

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VITOR FRANÇA CANDIDO

O PAPEL DO ESTADO NO DINAMISMO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:  
UMA ANÁLISE SOBRE OS POTENCIAIS E DESAFIOS DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

CURITIBA

2015

VITOR FRANÇA CANDIDO

O PAPEL DO ESTADO NO DINAMISMO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:  
UMA ANÁLISE SOBRE OS POTENCIAIS E DESAFIOS DOS BIOCOMBUSTÍVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 02, do Curso Superior de Ciências Econômicas do Departamento Acadêmico de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná – UFPR, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Wellington da Silva Pereira

CURITIBA

2015

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

VITOR FRANÇA CANDIDO

**O PAPEL DO ESTADO NO DINAMISMO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA:  
UMA ANÁLISE SOBRE OS POTENCIAIS E DESAFIOS DOS BIOCOMBUSTÍVEIS**

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção de grau de Bacharel em Ciências Econômicas no curso de graduação em Ciências Econômicas do Departamento Acadêmico de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

---

Orientador - Prof. Dr. Wellington da Silva Pereira, UFPR.  
Doutor pela Universidade Federal do Paraná - UFPR

---

Profa. Dra. Raquel Rangel de Meireles Guimarães, UFPR.  
Doutora pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

---

Prof. Dr. Nilson Maciel de Paula, UFPR.  
Doutor pela University College London – UCL.

Curitiba, 30 de novembro de 2015.

*Dedico este trabalho a todos os companheiros e familiares que marcaram, de uma forma ou de outra, a sua contribuição como fonte de inspiração às reflexões percorridas ao longo desse trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Registro aqui meus agradecimentos a todos que participaram desta trajetória e que contribuíram para a realização deste trabalho, de forma direta ou indireta.

Primeiramente à minha família, em especial aos meus pais, Armando Sebastião Candido Júnior e Solange Mendes França, pelo apoio, compreensão e amor dedicado ao longo de toda minha trajetória de vida. Sem a educação, o respeito, e amor e o suor de vocês, nada disso teria sido possível. E também à minha irmã, Nádia França Candido, cujo amor e o companheirismo na luta contra as discriminações (em todas as suas esferas) fortaleceram ainda mais o meu orgulho e o meu amor por nossa família.

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Welington da Silva Pereira pela confiança, determinação e carinho em sua orientação. A maestria e a delicadeza de tornar a educação uma fonte de tamanha inspiração profissional não é para qualquer um. Muito obrigado por confiar em meu trabalho e em minha pessoa.

Agradeço também à Universidade Federal do Paraná (UFPR), em especial ao Departamento Acadêmico de Ciências Econômicas, pela oportunidade única e libertadora que a educação proporcionou na minha vida. Ademais, agradeço a todos os professores, servidores técnicos e amigos discentes que me acompanharam e me inspiraram durante a graduação, em especial o Prof. Marcos Paulo Fuck, responsável por minha orientação docente durante meu período como bolsista de iniciação científica do CNPq.

Agradeço também aos companheiros e amigos de fundação e gestão da Associação Atlética Acadêmica do Setor de Ciências Sociais Aplicadas (ASA), de gestão do Diretório Central dos Estudantes (DCE) e de gestão Centro Acadêmico de Ciências Econômicas (CACE). O intenso amadurecimento proporcionado pela luta em prol da educação, cultura, esporte e lazer pautaram, ao longo da minha trajetória estudantil, a formação de uma valiosa consciência cidadã, além de me proporcionar a oportunidade de realizar fortes alianças com amigos que serão eternos e inesquecíveis em minha vida.

Faço valer também os meus sinceros agradecimentos ao Conselho Regional de Economia - 6ª Região Paraná (CORECON-PR) e ao Conselho Federal de Economia (COFECON) por acreditar no sonho e no potencial de se criar uma representação estudantil ligada ao órgão de representação de classe dos economistas. Do mesmo modo, agradeço aos funcionários do conselho (Sr. Mario e Amarildo) e aos companheiros das diversas universidades do estado pela determinação na fundação e gestão do primeiro Corecon Acadêmico do Brasil. Que sua trajetória dê continuidade à paixão pela defesa de classe dos economistas e dos estudantes dos cursos de ciências econômicas.

O início da graduação, em fevereiro de 2011, marcou um período transformador em minha vida. A partir de então, muitas pessoas participaram desse longo processo, cujo ciclo se completa agora. Algumas delas mais presentes no meu cotidiano, outras nem tanto, mas sempre me apoiando nos momentos de alegrias ou tristezas, estando longe ou perto. Por fim, agradeço a todos que participaram de alguma forma da minha vida ao longo dos últimos cinco anos, agradeço por acreditarem no meu potencial, na minha profissão, nas minhas ideias, nos meus devaneios, principalmente quando nem eu mais acreditava. Muito obrigado.

*“Sem a cultura, e a liberdade relativa que ela pressupõe à sociedade, por mais perfeita que seja não passa de uma selva. É por isso que toda a criação autêntica é um dom para o futuro”.*

*Albert Camus*

## RESUMO

CANDIDO, Vitor França. **O papel do Estado no dinamismo da matriz energética brasileira: Uma análise sobre os potenciais dos biocombustíveis**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Bacharelado em Ciências Econômicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

Historicamente a configuração da matriz energética de uma nação se porta como um dos principais e mais controversos elementos para a sustentação do seu desenvolvimento econômico. Ao longo do século XX, as recorrentes crises de preço e abastecimento dos combustíveis fósseis levaram às nações a buscar alternativas energéticas que pudessem garantir não apenas a segurança de seus respectivos modelos de crescimento econômico, mas também a sustentabilidade ambiental na geração e no consumo de energia. Nesse contexto, o Brasil se destaca como uma das nações pioneiras no desenvolvimento de alternativas energéticas que complementam a demanda por combustíveis. Reunindo baixas emissões de gases de efeito estufa (GEE) e competitiva relação de custos e receitas, o etanol brasileiro figura desde a década de 1970 com uma parcela importante no mercado de combustíveis do Brasil, marcando o início da trajetória dos biocombustíveis de primeira geração (1G). Agora o potencial energético e a competitividade tarifária do etanol são novamente colocados em xeque contra a volta da baixa dos preços do petróleo no mercado internacional, desafiando as prioridades do governo federal quanto aos esforços projetados à sustentação do setor sucroalcooleiro e a nova geração de biocombustíveis, os chamados biocombustíveis de segunda geração (2G). Dessa forma, esta monografia tem como principal objetivo identificar a postura do Estado brasileiro frente aos desafios energéticos colocados pela crescente necessidade de se garantir uma matriz energética mais segura, competitiva e sustentável. Busca-se, portanto, compreender os esforços realizados pelo governo federal na promoção do dinamismo da matriz energética brasileira a partir do potencial energético dos biocombustíveis, verificando a importância dos recursos naturais no desenvolvimento econômico, a formação histórica e a atual configuração da matriz energética brasileira. Destaca-se o papel dos biocombustíveis 2G, a serem produzidos a partir da biomassa de cana de açúcar, como uma nova e estratégica alternativa para a matriz energética brasileira, compreendendo os seus potenciais econômicos, ambientais e sociais em prol do desenvolvimento econômico sustentável do Brasil.

**Palavras-Chaves:** matriz energética, biocombustíveis, etanol, desenvolvimento econômico, políticas públicas, Estado.

## ABSTRACT

CANDIDO, Vitor França. **The state's role in the dynamism of the Brazilian energy matrix: An analysis on the biofuels potential.** 2015. Final Course Research Project – B.Sc. in Economics, Federal University of Paraná, Curitiba, 2015.

Historically, Brazilian energy matrix configuration figures as one of the leading and most controversial elements to support its economic development. Throughout the twentieth century, the applicants price and supply crisis of fossil fuels led the nations to seek energy alternatives that would ensure not only the safety of their models of economic growth, but also the environmental sustainability of their generation and consumption energy sectors, questioned more recently after the serious environmental damage caused by the consumption of fossil fuels and their derivatives. In this context, Brazil stands out as one of the first nations in the alternative energy sources development that complement the demand for fuels. Gathering low greenhouse gas emissions and competitive ratio of costs and revenues, Brazilian ethanol figures since the 1970s as an important part in Brazil's fuel market, marking the beginning of the first-generation biofuels trajectory. Now the energy potential and tariff ethanol competitiveness are again placed in check against the back of lower oil prices in the international market, challenging the priorities of the federal government of Brazil and the efforts designed to support the sugar and alcohol sector and the new generation of biofuels, so-called second generation biofuels. Thus, this monograph aims to identify the position of the Brazilian state against the energy challenges brought forward by the growing demand to ensure a more secure, competitive and sustainable energy matrix. It seeks, therefore, understand the efforts made by the federal government in promoting the dynamism of the Brazilian energy matrix from the potential energy of biofuels, verifying the importance of natural resources in economic development, the historical background and the current configuration of the Brazilian energy matrix and finally, the role of 2G biofuels, identified by the biomass sugarcane, as a new and strategic alternative to the Brazilian energy matrix, including analysis its economic, environmental and social potential in support of Brazilians sustainable economic development.

**Key-Words:** energy resources, biofuels, ethanol, economic development, public policy, State.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01- A CURVA DE KUZNETS PARA OS IMPACTOS AMBIENTAIS E ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO.....	48
FIGURA 02 - ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL 1G E 2G. ....	102
FIGURA 03 - REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE PAÍSES PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL 2G. ....	104
FIGURA 04 - REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE INSTITUIÇÕES DE ENSINO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL 2G.....	105
FIGURA 05 - MAPA DO CULTIVO DE CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL.....	114

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 01 - OFERTA INTERNA DE ENERGIA PRIMARIA NO BRASIL (1970-2014).....	63
GRÁFICO 02 - DISTRIBUIÇÃO PROPORCIONAL DA OFERTA DE ENERGIA NO BRASIL (2014).....	64
GRÁFICO 03 - CONSUMO FINAL DE ENERGIA POR FONTE NO BRASIL (1970-2014).....	65
GRÁFICO 04 - PRODUÇÃO E CONSUMO DE PETRÓLEO NO BRASIL (1975-2014).....	66
GRÁFICO 05 - FLUXO ENERGÉTICO DO BRASIL (2014).....	68
GRÁFICO 06 - DEPENDÊNCIA EXTERNA DE ENERGIA NO BRASIL POR FONTE (1970-2014). ....	69
GRÁFICO 07 - DEPENDÊNCIA EXTERNA DE ENERGIA GLOBAL NO BRASIL (1974-2014). ....	70
GRÁFICO 08 - OFERTA INTERNA DE ENERGIA. BRASIL, OCDE E MUNDO.....	78
GRÁFICO 09 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO (1973-2014). ....	83
GRÁFICO 10 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR DE TRANSPORTES NO BRASIL (1975-2014). ....	84
GRÁFICO 11 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO (1975-2014).....	85
GRÁFICO 12 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR RESIDENCIAL NO BRASIL (1975-2014). ....	86
GRÁFICO 13 - OS CICLOS DE PRODUÇÃO DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL (1975-2009).....	93
GRÁFICO 14 - GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL (2003-2012).....	109
GRÁFICO 15 - PERSPECTIVAS DE GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR DE BIODIESEL NO BRASIL (2013-2023). ....	111
GRÁFICO 16 - PERSPECTIVAS DE EMISSÃO DE GEE POR SETOR CONSUMIDOR NO BRASIL (2014-2023). ....	115

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - PRODUÇÃO, IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E CONSUMO DE PETRÓLEO NO BRASIL (2005-2014). .....	67
TABELA 02 - PROPORÇÃO DE ITENS COM PREÇOS ADMINISTRADOS FRENTE O IPCA (2014).....	74
TABELA 03 - PROPORÇÃO DE ITENS COM PREÇOS ADMINISTRADOS NA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL FRENTE O IPCA (2014).....	75
TABELA 04 - EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE INTENSIDADE ENERGÉTICA – BRASIL, OCDE E MUNDO (1980-2007). .....	79
TABELA 05 - EVOLUÇÃO DA INTENSIDADE DE EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> NA ECONOMIA – BRASIL, OCDE E MUNDO (1980-2008). .....	80
TABELA 06 - EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> PER CAPITA ORIGINADA DO CONSUMO DE ENERGIA – BRASIL, OCDE E MUNDO (1980-2008).....	80
TABELA 07 - PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL POR FONTE (2005-2014).....	81
TABELA 08 - ENERGIA DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR COMERCIALIZADA NOS LEILÕES DO PROINFA (2005-2013).....	97
TABELA 09 - CONSUMO OBRIGATÓRIO DE BIODIESEL POR REGIÃO NO BRASIL (2014-2023). .....	99
TABELA 10 - LEILÕES DE COMPRA DE BIODIESEL REALIZADOS PELA ANP ATÉ 2013 (27º ao 34º).....	100
TABELA 11 - ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO DA CENTRO-SUL (2014-2023).....	110
TABELA 12 - META PARA EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE ENERGIA BRASILEIRO EM 2020.....	115

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1G	–	1ª Geração dos Biocombustíveis
2G	–	2ª Geração dos Biocombustíveis
ACR	–	Ambiente de Contratação Regulada
ACL	–	Ambiente de Contratação Livre
ANP	–	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANEEL	–	Agência Nacional de Energia Elétrica
AMFOP	–	American & Foreign Power Company
BAD	–	Banco Africano de Desenvolvimento
BEN	–	Balanco Energético Nacional
BID	–	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	–	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BPD	–	Barris de Petróleo por Dia
C&T&I	–	Ciência, Tecnologia e Inovação.
CAK	–	Curva Ambiental de Kuznets
CEPAL	–	Comissão Econômica para América Latina e Caribe.
CEPROBIO	–	Centro de Processos Biológicos e Industriais para Biocombustíveis
CNPE	–	Conselho Nacional de Política Energética
CNUDS	–	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
CTBE	–	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol
DES	–	Desenvolvimento Econômico Sustentável
EPE	–	Empresa de Pesquisa em Energia
EREC	–	Conselho Europeu de Energias Renováveis
FAO	–	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FFV	–	Flex Fuel Vehicle
GEE	–	Gases de Efeito Estufa
GLP	–	Gás Liquefeito de Petróleo
IAA	–	Instituto do Açúcar e do Alcool
IBGE	–	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICE	–	Índice de Carbono na Economia

IIE	–	Índice de Intensidade Energética
INCT	–	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
IPCA	–	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
MDA	–	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MME	–	Ministério de Minas e Energia
PAC	–	Programa de Aceleração do Crescimento
PDEE	–	Plano Decenal de Expansão de Energia
PIB	–	Produto Interno Bruto
PNPB	–	Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
PROINFA	–	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
PRONAF	–	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
SCS	–	Selo de Combustível Social
OCDE	–	Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico
ODM's	–	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	–	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	–	Organização das Nações Unidas
OPEP	–	Organização dos Países Exportadores de Petróleo
UC	–	Universidade da Califórnia
UFMG	–	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR	–	Universidade Federal do Paraná
UFSCar	–	Universidade Federal de São Carlos
UGH	–	Unidades de Geração de Hidrogênio
UHDS	–	Unidades de Hidrossulfurização
UHDT	–	Unidades de Hidrotratamento
UNFCCC	–	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNICA	–	União Nacional das Indústrias de Cana de Açúcar
UNICAMP	–	Universidade Estadual de Campinas
UNCHE	–	United Nations Conference on the Human Environment
URE	–	Unidades de Recuperação de Enxofre
USP	–	Universidade de São Paulo
UTAA	–	Unidades de Tratamento de Água e Esgoto
TEP	–	Tonelada Equivalente de Petróleo
WEO	–	World Energy Outlook

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2. RECURSOS NATURAIS E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO .....	22
2.1.1 A inovação tecnológica e os ganhos de produtividade.....	25
2.1.2 O amadurecimento institucional e o suporte aos agentes .....	29
2.2 OS RECURSOS NATURAIS E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE LONGO PRAZO.....	33
2.2.1 O importante papel da matriz energética no desenvolvimento econômico	41
2.2.2 A controvérsia entre sustentabilidade e desenvolvimento econômico .....	47
<b>3. A MATRIZ ENERGÉTICA E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO NO     BRASIL.....</b>	<b>51</b>
3.1 O CONTEXTO HISTÓRICO NA FORMAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	52
3.2 CONFIGURAÇÃO ATUAL DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	59
3.2.1.1 A segurança da matriz energética brasileira .....	62
3.2.1.2 A competitividade tarifária da matriz energética brasileira .....	70
3.2.1.3 A sustentabilidade ambiental da matriz energética brasileira .....	77
3.2.3 Os principais setores consumidores de energia no Brasil.....	82
3.2.3.1 O consumo de energia no setor industrial brasileiro .....	82
3.2.3.2 O consumo de energia no setor de transportes brasileiro.....	83
3.2.3.3 O consumo de energia no setor de energético brasileiro .....	85
3.2.3.4 O consumo de energia no setor residencial brasileiro.....	86
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS ACERCA DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA 87	
<b>4. O PAPEL DA BIOMASSA NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO     BRASILEIRO.....</b>	<b>90</b>
4.1 A PRIMEIRA GERAÇÃO DA BIOENERGIA NO BRASIL: DO ETANOL AO BIODIESEL .....	91
4.1.1 O nascimento do álcool combustível.....	92
4.1.2 A produção de energia elétrica a partir da biomassa .....	95
4.1.3 A flexibilidade na produção do biodiesel brasileiro.....	98
4.2 A SEGUNDA GERAÇÃO DE BIOENERGIA NO BRASIL.....	101
4.2.1 O etanol lignocelulósico.....	101
4.3 DESAFIOS E PERSPECTIVAS SOCIOAMBIENTAIS DA BIOENERGIA NO BRASIL .....	106

4.3.1 A fronteira energética e a produção de alimentos .....	107
4.3.2 O aumento no número de empregos e na distribuição de renda.....	108
4.3.3 A esperança da manutenção ambiental .....	111
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS ACERCA DA BIOMASSA NO BRASIL.....	116
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>118</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>121</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que o debate acerca do uso dos recursos naturais como fonte de impulsão ao desenvolvimento econômico das nações gera inúmeras controvérsias na literatura econômica. Por um lado, a história demonstra que basear os modelos econômicos de crescimento e desenvolvimento na dependência de se comercializar *commodities* agrícolas e minerais gera significativo atraso frente ao desenvolvimento de processos produtivos mais complexos e que incorporam maior grau tecnológico. Mas, por outro lado, evidências históricas comprovam que diversos países alçaram sua trajetória de progresso econômico ao incorporar atividades produtivas baseadas majoritariamente na exploração de seus recursos naturais.

Nesse aspecto, o seguinte trabalho de monografia aborda a ideia do desenvolvimento econômico considerando o potencial dos recursos naturais como fonte estratégica de impulsão ao desenvolvimento econômico das nações. Assim, destaca-se a importância do Estado na garantia de se desenvolver um arcabouço de políticas públicas que amadureçam as principais diretrizes estratégicas dos sistemas produtivos que se utilizam da exploração e comercialização dos recursos naturais.

Ao compreender a importância da gestão desses recursos não apenas no estímulo ao progresso do capital físico e humano das nações, mas também como um importante alicerce frente ao crescente desafio do desenvolvimento econômico sustentável, aborda-se uma análise acerca do importante papel dos recursos naturais na geração e distribuição de energia no Brasil, dando enfoque especial a um dos setores que atraem alguns dos mais controversos debates da atualidade: o setor de biocombustíveis.

Historicamente a configuração da matriz energética de uma nação representa um dos mais influentes elementos para a sustentação do seu processo de desenvolvimento econômico. Nesse contexto, a matriz energética brasileira se desenvolveu sob uma trajetória na qual a energia primária advinda dos recursos naturais se consolidou como uma alternativa estratégica ao desenvolvimento econômico do país.

No que diz respeito aos biocombustíveis, o mercado brasileiro de etanol configurou, desde a década de 1970, a primeira geração de agro-combustíveis que pudessem ser utilizados como alternativas viáveis aos produtos derivados dos



combustíveis fósseis. O desenho desse processo foi marcado diretamente pela forte atuação do Estado na garantia da produção e do consumo do álcool combustível no Brasil.

Entretanto, a busca por alternativas energéticas sempre priorizou fundamentalmente a garantia dos combustíveis com baixos custos relativos frente ao petróleo e, devido à baixa dos preços internacionais do petróleo a partir dos anos 1990, o setor de biocombustíveis no Brasil começou a sofrer com a crescente ausência do papel do Estado.

Nesse aspecto, evidenciou-se uma reorganização dos agentes desse setor, configurando um novo processo de amadurecimento da organização industrial de um setor baseado em recursos naturais a partir de novas tecnologias aplicadas tanto ao processo produtivo de combustíveis advindos de biomassa orgânica, como também ao desenvolvimento de um amplo mercado consumidor, caracterizado pela crescente frota de veículos *flexfuel*.

Assim, o objetivo central dessa monografia é identificar a postura do Estado brasileiro frente aos desafios energéticos instaurados pela crescente necessidade de se garantir uma matriz energética mais segura, competitiva e sustentável. Busca-se, portanto, compreender os esforços realizados pelo governo federal na promoção do dinamismo da matriz energética brasileira a partir do potencial energético dos biocombustíveis, verificando a importância dos recursos naturais no desenvolvimento econômico, a formação histórica e a atual configuração da matriz energética brasileira.

Considera-se que o Estado deve desempenhar um papel central na definição de políticas públicas e no enfrentamento das diversas externalidades associadas a uma política energética nacional com base nos recursos naturais. Portanto, de forma a ordenar e discutir os elementos apontados anteriormente, a monografia foi organizada a partir de três capítulos, pautados em uma metodologia que incorpora inicialmente a revisão bibliográfica de estudos aplicados à temática do papel dos recursos naturais e da energia em prol do desenvolvimento econômico, dando sequência na consulta e exame de documentos públicos disponibilizados pelas instituições estudadas tanto em seus websites, como também fontes impressas, quando disponíveis.

Ademais, a metodologia da pesquisa buscou identificar, a partir dos resultados provenientes da matriz energética brasileira e do mercado de

biocombustíveis oriundos da biomassa de cana-de-açúcar no Brasil, como a nova geração de biocombustíveis pode consolidar as potencialidades do setor sucroalcooleiro brasileiro em oportunidades para o desenvolvimento econômico do país.

Além dessa introdução e das considerações finais, a monografia conta com mais três capítulos. O segundo capítulo contém uma revisão teórica sobre a relação dos recursos naturais com o desenvolvimento econômico. Neste inicia-se um debate acerca da clássica distinção entre os modelos neoclássicos de crescimento econômico e os modelos de desenvolvimento econômico, os quais foram propostos como alternativa às fragilidades encontradas nos primeiros. Ademais, aborda-se na análise central da ideia de desenvolvimento econômico a importância das reformas estruturais, institucionais e culturais como elementos de suma importância na garantia de uma transição econômica e social para as nações.

Nesse aspecto, aprofunda-se na análise acerca do papel que a inovação tecnológica e amadurecimento institucional têm sobre o ganho de produtividade dos sistemas produtivos. Por fim, realiza-se uma revisão teórica acerca do papel dos recursos naturais no processo de desenvolvimento econômico, identificando posteriormente o importante papel da matriz energética nesse processo e a controvérsia entre o amadurecimento de sistemas produtivos e os princípios da sustentabilidade.

O terceiro capítulo parte dos elementos caracterizados a partir da análise da matriz energética brasileira. Assim, o objetivo do capítulo fixa-se em analisar o atual panorama da matriz energética brasileira com base nos objetivos da política energética nacional, identificando inicialmente a trajetória histórica da matriz energética brasileira e, posteriormente, seus atuais e respectivos graus de segurança, competitividade tarifária e sustentabilidade ambiental. Por fim, realiza-se um estudo acerca dos principais setores consumidores de energia no Brasil, já identificando o papel que os biocombustíveis figuram ao longo de suas respectivas trajetórias de consumo.

O quarto capítulo tem como objetivo apresentar o papel da biomassa na matriz energética brasileira. Nesse contexto, abordam-se inicialmente uma análise acerca das duas principais gerações de fomento às bioenergias no Brasil, tendo seus respectivos inícios caracterizados pelo álcool combustível (1G) e pelo etanol celulósico (2G). Por fim, busca-se identificar as oportunidades que marcam o futuro

dos biocombustíveis de primeira e segunda geração no Brasil, discutindo as diferenças e similaridades em diversos aspectos que definem a importância do papel do Estado na garantia de prover ambientes propícios ao desenvolvimento de setores produtivos ligados a geração e distribuição de biocombustíveis advindos da biomassa de cana-de-açúcar. Nessa análise, identificam-se também os principais desafios enfrentados por essa trajetória, tais como a disputa territorial entre os biocombustíveis e os alimentos, os impactos na geração de novos empregos e na ampliação da distribuição de renda e, por fim, a esperança de se garantir uma fonte energética que atenda não somente às crescentes demandas provenientes do progresso econômico, mas também que dê suporte para a manutenção e sustentabilidade ambiental da própria fonte energética de todo o ecossistema que a cerca.

## 2. RECURSOS NATURAIS E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

O objetivo deste capítulo é apresentar os principais argumentos de cunho teórico que dão suporte para as questões discutidas ao longo do trabalho. Uma preocupação central da monografia se refere ao papel do Estado no fomento ao desenvolvimento econômico por meio dos recursos naturais. Assim, a promoção de uma matriz energética mais limpa e dinâmica do ponto de vista tecnológico e da sustentabilidade ambiental requer que o Estado seja um agente atuante e presente perante os crescentes desafios que surgem junto ao progresso econômico.

Dessa forma, abordar-se-á inicialmente o debate sobre o papel do Estado no desenvolvimento econômico, identificando as diferentes visões e construindo a linha de interpretação a partir da qual o Estado tem papel fundamental na garantia de reformas e políticas que contribuam para um desenvolvimento econômico que faça bom uso dos recursos naturais, tal como será discutido, posteriormente, no que se refere à organização da matriz energética e ao papel dos biocombustíveis e uso da biomassa.

Em um segundo momento, destacam-se algumas ferramentas que o Estado tem para exercer seu papel frente à promoção do desenvolvimento econômico. Dessa forma, destaca-se que algumas reformas, sobretudo identificadas sobre uma ótica de opção de políticas públicas, que atuam diretamente junto às raízes da elaboração de uma estrutura desenvolvimentista, a qual deve buscar o desenho de uma nação (ou sociedade), tal como apresentado em Vianna (2007).

Ou seja, que as opções e decisões do Estado sejam capazes de acumular recursos (tecnológicos e científicos, por exemplo) e capital de tal forma que possa alavancar suas forças produtivas para, com isso, produzir mais e melhor, conquistar mais e maiores mercados e, por fim, gerar prosperidade para sua população num processo virtuoso, no qual figure a garantia de um desenvolvimento sustentável<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> No que se refere ao termo desenvolvimento sustentável, verificou-se que há sérias críticas às ambiguidades e deficiências que o mesmo suporta ao ser utilizado. Para Wackernagel & Rees (1996 apud. BELLEN 2003), a confusão envolvendo o conceito não é totalmente inocente. A interpretação dos autores para a definição é de que o imperativo econômico convencional deve ser restringido em favor dos imperativos sociais e ecológicos. Portanto, o desenvolvimento sustentável dependeria então de reduzir a destruição ecológica, principalmente através da diminuição das trocas de energia e matéria-prima dentro da economia. Contudo tal definição contraria as ideias de Furtado (2013), onde o advento do conhecimento para a contínua exploração dos recursos naturais caracteriza então o desenvolvimento, onde o “estoque de recursos” é continuamente ampliado, seja por novas descobertas ou então pelo desenvolvimento de tecnologias substitutivas.

Assim, neste capítulo se discorre sobre o papel dos recursos naturais na promoção do desenvolvimento econômico, abordando o papel dos mesmos em suas diferentes fontes de energia, identificando-os como elemento essencial na matriz energética (sustentável) de um país e articulada não somente à sustentação de seu sistema econômico, mas também ao amadurecimento de seus sistemas produtivos.

Por isso, uma matriz energética dinâmica e baseada na ampla utilização dos recursos naturais pode ser uma fonte de riqueza para a nação, desde que o uso desses recursos possa ocorrer de modo a favorecer reformas estruturais e institucionais, nas quais o uso dos recursos possa também ser uma fonte de dinamismo econômico e gerador de retorno e desenvolvimento de longo prazo de forma sustentável. Portanto, discutir o papel do Estado no desenvolvimento econômico permite estabelecer a relação dessas ações com a de políticas de desenvolvimento e crescimento econômico nas quais possa existir espaço diferenciado para os recursos naturais.

Por fim aborda-se a controvérsia literária acerca das tênues fronteiras entre o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental. Nesse aspecto, destaca-se a abordagem realizada por Kuznets (1991) quanto aos estágios de desenvolvimento econômico e como a degradação ambiental figura dentro do mesmo.

## 2.1. O PAPEL DO ESTADO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

O processo de desenvolvimento econômico caracteriza, em todos os casos, complexas mudanças estruturais, as quais criam em seu planejamento um determinado perfil de comportamento, espelhado muitas vezes pelos frutos colhidos a partir de sua trajetória. Baran (1972) sugere que o desenvolvimento econômico necessariamente cria um ciclo de profundas transformações nas estruturas econômica, social e política, e na organização dominante da produção, da distribuição e do consumo.

O desenvolvimento econômico sempre foi impulsionado por classes e grupos interessados em uma nova ordem econômica e social, sempre encontrou a oposição e a obstrução dos interessados na preservação do status quo, dos que usufruem benefícios e hábitos de pensamento do

complexo social existente, das instituições e costumes prevalecentes. O desenvolvimento econômico sempre foi marcado por choques mais ou menos violentos; efetuou-se por ondas, sofreu retrocessos e ganhou terreno novo – nunca foi um processo suave e harmonioso se desdobrando, placidamente, ao longo do tempo e do espaço (BARAN, 1972, p.52).

Conforme revisado por Bresser Pereira (2006), o desenvolvimento econômico é um fenômeno histórico, de um lado relacionado com o surgimento das nações e a formação dos Estados nacionais e, de outro, com a acumulação de capital e a incorporação de progresso técnico tanto ao trabalho como ao próprio capital. Esse processo ocorre sob a coordenação das instituições e principalmente de mercados relativamente competitivos. Dessa forma, tal como destacado por Bresser Pereira (2006, p. 5) “o desenvolvimento é, portanto, um fenômeno dinâmico relacionado com o surgimento das duas instituições fundamentais do novo sistema capitalista: o Estado e os mercados”.

Há muito tempo se debate sobre os resultados que a influência do Estado tem sobre a manutenção do desenvolvimento econômico de uma nação. De um lado, defende-se que os agentes só poderão levar a economia a um processo de maximização do uso dos fatores produtivos quando esses responderem diretamente às leis naturais de mercado, sem qualquer influência do Estado (visão mais liberal). Do outro lado, entende-se que os ciclos econômicos são insuficientes para autorregular o mercado (visão mais nacionalista ou protecionista).

Assim, o Estado teria obrigação de atuar de modo a estimular a complexa dinâmica do desenvolvimento econômico, garantindo então padrões mínimos para a manutenção do mesmo através de diversas ferramentas, das quais algumas serão abordadas nesse trabalho de monografia.

Dessa forma, datados a partir da década de 1950, os modelos neoclássicos de crescimento econômico surgiram com o impulso de uma grande onda de políticas econômicas neoliberais que se difundiram pelo mundo no período do pós-guerra<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Após a Segunda Guerra Mundial, a maioria dos países procurou acelerar o crescimento econômico, visando aumentar a renda e reduzir a pobreza. Dessa forma, alguns economistas passaram a formular teorias e modelos para identificar os fatores de crescimento das economias. O modelo neoclássico fundamenta-se em algumas equações matemáticas e adota um conjunto de pressupostos: (a) concorrência perfeita e pleno emprego em todos os mercados; (b) economia fechada e sem governo; (c) função de produção com rendimentos constantes à escala (quando variam simultaneamente todos os fatores) e rendimentos decrescentes quando se altera apenas um dos fatores; (d) economia produzindo um único bem com apenas três fatores: capital fixo (K), trabalho (L) e terra (N); e (e) os fatores de produção são homogêneos, divisíveis e imperfeitamente substituíveis entre si (PAZ E RODRIGUES, 1972, p. 107).

Tais modelos se baseavam majoritariamente em complexas funções matemáticas, buscavam explicar a produção e o crescimento econômico e surgiram então como alternativa de modelagem mais sistêmica para explicar os determinantes da análise econômica. Dessa forma, para os economistas neoclássicos, mostrar como ocorre o crescimento da renda per capita a partir de um número limitado de variáveis era essencialmente necessário para tornar a análise dinâmica do crescimento compatível com a análise estática do equilíbrio geral.

Robert Solow (1956), expoente da escola neoclássica e prêmio Nobel de Economia em 1987, desenvolveu um modelo de crescimento econômico de longo prazo cujo objetivo fundamental era demonstrar que uma economia de mercado pode crescer no longo prazo de forma permanente, sustentada, e exibindo uma trajetória de equilíbrio relativamente estável, mesmo sem a intervenção direta do governo na economia.

Entretanto, em meio à crise da teoria econômica neoclássica, dada principalmente pela insuficiência dos modelos matemáticos em absorver diversas variáveis relevantes<sup>3</sup>, surge então a necessidade de se desenvolver novas perspectivas de análise sobre a economia, posteriormente solidificada com análises que discutem o “desenvolvimento econômico” não necessariamente como resultado intrínseco do crescimento econômico. Dessa forma, tendo como principais bases teóricas as obras de Adam Smith (1776), Karl Marx (1817), Josef Schumpeter (1942), e John Maynard Keynes (1937), as discussões sobre desenvolvimento econômico buscaram então explorar a nova ótica de análise como um processo de transformação, que implica mudanças nos três níveis de uma sociedade, destacadas por Bresser-Pereira (2006):

- i. Estrutural: considera como variáveis determinantes para o desenvolvimento econômico o investimento direto em capital humano e o aperfeiçoamento da tecnologia, sendo esses os principais ferramentais de fortalecimento da base produtiva de um país e as principais engrenagens do motor de desenvolvimento econômico.

---

<sup>3</sup> Diversos modelos de crescimento econômico desenvolvidos por economistas neoclássicos tais como o modelo de Robert Solow (1956), tem sua principal fragilidade em não conseguir endogeneizar diversas variáveis importantes para uma análise completa dos mecanismos responsáveis pelo desenvolvimento econômico. Tal fragilidade não se dá apenas pelo caráter imensurável de algumas variáveis, mas também pela falta de homogeneidade em seus respectivos comportamentos.

- ii. Institucional: considera que a organização entre os agentes, públicos e privados, tal como a organização de bases industriais estratégicas, tem influência direta do processo de desenvolvimento econômico de um país.
- iii. Cultural: considera que o comportamento dos agentes influencia diretamente na forma como eles atuam sob o desenvolvimento econômico, onde o grau de amadurecimento cultural dos mesmos sobre aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais determina as tendências de fortalecimento do desenvolvimento econômico.

Por mais relevante que seja a reforma cultural no processo de desenvolvimento econômico, discute-se nesse trabalho apenas o papel do Estado sobre os aspectos estruturais e institucionais. Dessa forma, compreende-se e destaca-se a importância do Estado na garantia de políticas públicas que fomentem o crescimento estrutural da renda per capita (com o progresso técnico) e o amadurecimento institucional de indústrias estratégicas para o desenvolvimento econômico, tal como se discutirá sobre o papel do Estado na definição de uma matriz energética que priorize o desenvolvimento econômico associado ao uso sustentável, econômica e ambientalmente, dos recursos naturais.

#### 2.1.1 A inovação tecnológica e os ganhos de produtividade

Embora não seja o foco principal deste trabalho, o progresso tecnológico (a inovação no sentido mais amplo) será abordado como uma das principais variáveis para entendermos o desenvolvimento econômico através da atuação direta do Estado sobre indústrias estratégicas para a economia, como por exemplo, as indústrias ligadas à matriz energética de uma nação.

Apesar de a inovação, tal como abordada atualmente nos debates acadêmicos, ter ganhado força e relevância somente após o período pós-segunda guerra mundial, identifica-se que obras clássicas de Smith, Ricardo e Marx já identificavam que a especialização imprimia ganhos relevantes sobre a produtividade do trabalho. Isso demonstra que a inovação tecnológica sempre teve



espaço importante antes mesmo dos ganhos advindos implicarem suma importância quando o assunto é desenvolvimento econômico.

Uma série de trabalhos foi realizada para estudar a importância do progresso tecnológico para o desenvolvimento econômico. Muitos focaram nos efeitos do progresso tecnológico sobre as taxas de crescimento do PIB. Outros tentaram explicar o ganho de produtividade a partir do estudo de tecnologias específicas (ROSENBERG, 1971 apud TORRES, 2004).

Entretanto, com o advento da revolução marginalista e a posterior proposta da escola neoclássica (sintetizada pelo Modelo de Solow<sup>4</sup>) de determinar as principais variáveis que exercem influência direta sobre o nível de renda per capita, o tema caiu para segundo plano, sendo abordado, na maioria das vezes, como um coeficiente técnico, constante e determinado de forma exógena à função de produção.

Contudo, antes mesmo da erupção dos debates propostos pela escola de pensamento *mainstream*, foi através dos trabalhos de Josef Schumpeter que o progresso tecnológico começou a ser incorporado como um elemento fundamental para os modelos de desenvolvimento econômico. Segundo Schumpeter (1942) a tecnologia seria o impulso fundamental que inicia e mantém o movimento da máquina capitalista, o qual decorre do aparecimento de novos bens de consumo, do desenvolvimento de novos métodos de produção ou transporte, do fomento de novos mercados e, não menos importante, das novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria.

Dessa forma, embora outros modelos econômicos tenham buscado incorporar a tecnologia como elemento fundamental na promoção do crescimento econômico<sup>5</sup>, Schumpeter se diferencia dos demais economistas de sua época, pois, para ele, desenvolvimento econômico não é tratado como sinônimo de crescimento econômico, mas representa sim um crescimento representativo dos níveis de

---

<sup>4</sup> O Modelo de Solow com Progresso Técnico (1956) considera que quando o produto de um país está no ponto de estado estacionário "*steady state*", cresce à taxa de crescimento da população somada da taxa de progresso técnico. Já o nível de renda per capita cresce à taxa de progresso técnico.

<sup>5</sup> Tal como o exemplo do Modelo de Crescimento apresentado por Robert Solow em (1957), o modelo de crescimento de Paul Romer (1990) trata-se de um dos principais modelos de crescimento de 2ª geração, onde o progresso técnico é endogeneizado e se caracteriza como o output de um setor de atividade privada para P&D. Ademais, são os pesquisadores que trabalham neste setor que têm um poder de monopólio sobre as novas ideias criadas e essas são o motor do crescimento de nível de uma economia.

produção, concomitante a uma mudança estrutural, dada pelo surgimento e difusão de novas tecnologias, produtos e indústrias.

Essa visão é fundamental para identificar a importância do Estado na promoção do progresso técnico como a semente do desenvolvimento econômico, pois, em áreas onde haja algum interesse (econômico ou social) e que prevalece a incerteza, cabe ao Estado ter uma atuação forte e determinante. Por exemplo, participando e definindo contextos favoráveis para minimizar os riscos e estruturar as bases para o desenvolvimento econômico a partir do amadurecimento técnico, o qual é pautado pela estruturação de uma base produtiva que atenda as demandas advindas do caminho traçado pela máquina capitalista.

Conforme sugere Vianna (2007), pode-se dizer, grosso modo, que onde houve Estado, forte e estruturado relativamente a seu contexto histórico, observou-se diversas melhorias que influenciaram diretamente o processo desenvolvimento econômico, tais como progresso técnico, aumento populacional e melhoria das condições de vida – avaliada, por exemplo, em termos de infra-estrutura, transportes, comunicações. Inversamente, quando não houve prevalência de um corpo dirigente unificado (e unificador) constituído para governar a sociedade, o processo de desenvolvimento foi, conforme assinalado, severamente abalado.

Contudo, tal como citado no início desse capítulo, a distinção entre diversas trajetórias de desenvolvimento econômico é muito grande. Assim, entende-se que houve, ao longo da história recente, uma diferente absorção do progresso técnico por conta dos países em seu processo de desenvolvimento econômico. Este fato caracteriza, por exemplo, as mais discrepantes posições de poder frente à soberania de um país. Isso acontece porque os aspectos que sustentam e dependem de um alto teor de progresso técnico, como é o caso da soberania energética, tem seu sucesso associado à atuação direta do Estado.

Sobre essa ótica podemos aprofundar a discussão acerca da diferença nos níveis de crescimento econômico de diversos países com grande potencial de exploração de seu estoque de energia através dos recursos naturais, e como essa diferença esteve atrelada, em grande parte, à absorção do progresso técnico e a garantia de vantagens comparativas dinâmicas.

Nesse caso, conforme identificado por Pereira (2015), a referência inicial para analisar a passagem de um ambiente competitivo marcado por vantagens comparativas estáticas advindas de exportações de *commodities* naturais, como no

caso dos países latino americanos, para outro em que a competitividade deriva de vantagens comparativas dinâmicas, está na abordagem cepalina.

Segundo Araújo (2001), entre os principais propagadores da tradição teórica estruturalista para o desenvolvimento econômico, encontra-se a Comissão Econômica para América Latina e o Caribe (Cepal). Fundada no imediato pós-guerra, e, para a qual, o processo de desenvolvimento econômico no continente latino-americano deveria ser compreendido sob uma perspectiva distinta daquela vigente pelo pensamento *mainstream* e pelos famosos modelos de crescimento econômico dos economistas neoclássicos, todos os seus trabalhos propunham a mesma mensagem central: a necessidade de realizar políticas de industrialização como forma de superar o subdesenvolvimento e a pobreza, características marcantes de países latino americanos.

Nesse cenário, Fajnzylber (1990) insere-se no debate acerca das causas da má distribuição da renda e assinala suas origens no processo produtivo. Em seu artigo “Industrialização na América Latina: da ‘caixa-preta’ ao conjunto-vazio”, o autor aponta a inexistência de países, no continente latino-americano, que tenham conjugado indicadores positivos de dinamismo econômico e equidade na distribuição de renda (relação entre a renda dos 40% mais pobres e dos 10% mais ricos superiores a 0,4) no período 1970-1984. Portanto, como os países de renda equiparável aos da América Latina se inseriram nesse conjunto (Espanha, Portugal, Coreia do Sul, Israel, Hungria e Iugoslávia), Fajnzylber (1990) aponta como possível causa para esses resultados diversos a incorporação insuficiente do progresso técnico (caixa-preta).

O conjunto vazio estaria diretamente vinculado ao que se poderia chamar de incapacidade de abrir a ‘caixa-preta’ do progresso técnico, tema este no qual incidem a origem das sociedades latino-americanas, suas instituições, o contexto cultural e um conjunto de fatores econômicos e estruturais cuja vinculação com o meio sociopolítico é complexa, mas indiscutível (FAJNZYLBBER, 2000, p. 857).

Portanto, compreendendo a importância do progresso técnico dentro do contexto de desenvolvimento econômico, assume-se que o desenvolvimento de políticas públicas se caracteriza como a principal ferramenta do Estado para exercer uma mudança estrutural na base produtiva de um país.

Ademais, entende-se que o fluxo de investimentos à inovação tecnológica, tanto para produtos como para processos produtivos, caracteriza então o

deslocamento das taxas de crescimento de países industrializados de seus respectivos estados estacionários, os quais ao serem constantemente deslocados para um ganho de rendimentos futuros por meio do progresso tecnológico - com ganhos de produtividade e disponibilização de rendimentos crescentes - não podem ser considerados, mesmo em análise de longo prazo, estáticos, tal como defendia o modelo de Romer (1990), por exemplo.

Dessa forma, o desenvolvimento e produção de um bem advindo de uma inovação apresenta, recorrentemente, um custo fixo inicial elevado, somado a riscos e incertezas. Portanto para que os agentes tenham meios de financiar suas atividades de pesquisa e desenvolvimento, é necessário que seu lucro econômico seja positivo, figurando então não apenas ganhos financeiros, como também, conforme exemplificado com Schumpeter (1942), o desenvolvimento de uma nova organização industrial, capaz de gerar novos bens de consumo, novos métodos de produção, novos mercados e, por consequência indireta, crescimento estruturado do nível de renda per capita.

Contudo, ainda é um desafio incorporar à taxa de progresso técnico o efeito de importantes correlações que esta tem com as diversas variáveis que não estejam ligadas apenas à evolução técnica de produtos e dos modos de produção, como por exemplo, suas origens institucionais. Portanto, como suporte do estudo desenvolvido nesse trabalho, identifica-se que, além do progresso técnico, o amadurecimento institucional por trás do mesmo tem ligação direta tanto na promoção de uma opção à incorporação do progresso técnico, como também do desenvolvimento econômico sobre uma ótica que vá além do aspecto e do ambiente produtivo.

### 2.1.2 O amadurecimento institucional e o suporte aos agentes

Conforme identificado no item 2.1.1, o amadurecimento da incorporação do progresso técnico é um aspecto fundamental para a formação de uma base produtiva madura, tanto nos aspectos produtivos, como nos aspectos que os suportam, como, por exemplo, o investimento em capital humano e a modernização da estrutura produtiva de um país.

Contudo, a organização da matriz institucional de um determinado país caracteriza-se como um dos principais panos de fundo na garantia dos aspectos necessários para a promoção do desenvolvimento econômico, em especial em países cuja necessidade de atuação do Estado é ainda mais evidente.

Deaton (2013) conclui que um dos principais aspectos responsáveis pela incapacidade de países pobres em se livrar da chamada “armadilha da pobreza” não está diretamente ligado ao baixo nível de renda desses países, mas sim a exposição das poucas oportunidades disponíveis aos mesmos.

Dada a estrutura produtiva pouco dinâmica e os altos níveis de concentração de renda, essa fragilidade decorre das matrizes institucionais que, além de estarem expostas aos desafios da obsolescência técnica, sofrem também com um complexo e precário sistema institucional, o qual determina (ou ao menos deveria) os seus principais nortes de atuação.

Portanto, apesar dos diversos métodos disponíveis para os países pobres ultrapassarem tal armadilha – como, por exemplo, a cópia de tecnologias ou até mesmo os recursos advindos de diversos fundos de filantropia mundial – o entrave se dá, na maioria dos casos, na organização dos agentes e na promoção de oportunidades que suportem um plano de desenvolvimento econômico incluyente, sustentável e sustentado.

Nesse contexto podemos exemplificar, sobre duas abordagens que exprimem as discussões acerca de teoria econômica abrangente por incorporar as instituições como objeto de estudo: a Escola da Regulação, formulada inicialmente por intelectuais franceses no espaço teórico da macroeconomia (em meados dos anos 1970) e a Nova Economia Institucional, de origem americana (também datada dos anos 1970) e fortemente associada aos modelos neoclássicos de desenvolvimento.

Para a Escola Regulacionista, as instituições operam como estruturas mediadoras que informam e enquadram os comportamentos individuais. Portanto, os agentes tenderiam a se conformar às estruturas em períodos de crescimento e a reagir e lutar por sua modificação em períodos de crise, quando as formas particulares de um determinado modo de regulação convertem-se em formas de rigidez e de perda de coerência macroeconômica (VIANNA, 2007).

Com uma retórica mais próxima ao tema do desenvolvimento, a Nova Economia Institucional se propõe a agregar as instituições à análise econômica, no

suposto geral que as mesmas “se formam para resolver, com níveis distintos de eficiência em diferentes sociedades, o problema da cooperação entre indivíduos” (BUENO, 2003, p.778). Razões pelas quais, em alguns países, a história teria produzido matrizes institucionais mais consistentes com o desenvolvimento econômico do que em outros e constitui questão bastante explorada na literatura inspirada nessa abordagem.

Dessa forma, identifica-se que a relação entre o processo de amadurecimento da matriz institucional de um país tem relação direta com a capacidade com que ela, através de uma combinação entre difusão tecnológica, conhecimento tácito e desenvolvimento de redes industriais maduras, propõe diversas alternativas para a efetivação de um modelo de desenvolvimento econômico e que torne os ganhos advindos de oportunidades pontuais a base para uma reforma sustentada. Tal matriz, por sua vez, concentra aprendizados e os aplica frente a estruturas de mercado atuais, caracterizando um ambiente de alta competitividade e dando sustentação também às demais reformas necessárias ao desenvolvimento econômico.

Entretanto, identifica-se que, ao analisar a determinação das “regras do jogo” para a atuação em diversos setores de uma sociedade, entende-se que o processo de reforma institucional de um país desenvolve também uma espécie de jogo de interesses entre os agentes, o qual exerce forte pressão sobre os mesmos, caracterizando muitas vezes a formação de uma matriz institucional deficitária para o desenvolvimento, beneficiando pequenos grupos e, principalmente, limitando as demais reformas necessárias.

Buscando mais uma vez identificar a relação entre as reformas nos níveis sociais propostas pelo desenvolvimento econômico, pode-se considerar que, tal como se discorre na obra de Shishito (2009), as fragilidades nas relações institucionais caracterizaram-se, por exemplo, na formação da matriz institucional dos países da América Latina e, por subsequência, o subdesenvolvimento dos mesmos.

Portanto, compreende-se que o papel do Estado no amadurecimento da matriz institucional de um país, além de fator essencial para o desenvolvimento econômico, tem também o desafio de atender à crescente demanda por fomento de novas atividades produtivas que sejam importantes na promoção do progresso

tecnológico e do desenvolvimento sustentável, como por exemplo, o amadurecimento de uma matriz energética mais limpa, dinâmica e acessível.

Analizando o estágio de subdesenvolvimento de países com grande potencial energético na América Latina, identifica-se que, durante a formação de suas trajetórias de desenvolvimento, tais países sofreram fortes influências de suas respectivas matrizes institucionais beneficiando dessa forma, os interesses de diversos grupos privados.

No que diz respeito ao planejamento estatal, isto é, quanto à possibilidade de que o Estado exerça uma política de desenvolvimento abarcando elementos econômicos, políticos e sociais, foram encontrados entraves vindos de vários lados, mas, as principais barreiras eram criadas quando se viam confrontados os interesses públicos e interesses dos grupos privados privilegiados, “parasitas” do Estado. (SHISHITO, 2009, p. 05).

Em sua ampla interpretação, o impacto de uma matriz institucional deficitária vai além do aspecto de fomento a incorporação do progresso técnico a setores produtivos específicos. Ao se originar muitas vezes na raiz da tomada de decisões, a fragilidade institucional exerce influência direta em toda a cadeia produtiva de um país, afetando principalmente setores com alta rentabilidade e crescente demanda, como é caso do setor de produção e distribuição de energia.

Tal diagnóstico pode ser encontrado no perfil institucional da indústria energética dos países da América Latina, os quais enfrentam hoje o desafio de favorecer o seu processo de desenvolvimento econômico com o uso dos recursos naturais que dispõe dado principalmente a segmentação dos mercados em contexto internacional, os quais figuram, em ampla escala, com alto nível de concorrência e absorção de amadurecimento do progresso técnico.

Nesse âmbito de discussão, pode-se considerar que, conforme Pérez (2010, apud. PEREIRA, 2015) as ações do Estado têm que estar concatenadas às condições de mercado dos segmentos em questão de modo a favorecê-los, potencializando sua competitividade e reforçando as vantagens existentes e aquelas que poderão ser alcançadas.

Partindo dessa interpretação, podemos identificar que, conforme analisado por Pereira (2015), o atual mercado de etanol (produzido a partir de cana-de-açúcar) no Brasil passa por uma dificuldade onde parece não existir um planejamento de longo prazo para a garantia e o desenvolvimento maduro tanto na incorporação do progresso técnico, como também no amadurecimento de uma soberania energética

baseada em recursos naturais renováveis, elemento já citado anteriormente como uma importante chave para o desenvolvimento econômico sustentável.

Um grande problema nesse contexto é que não é possível resolver desafios estruturais, de longo prazo, com medidas de curto prazo. (...) Assim, parece que o espaço para medidas conjunturais tem se tornado restrito e, ao mesmo tempo, não parece haver uma definição clara de uma estratégia de desenvolvimento de longo prazo a partir do etanol no Brasil (PEREIRA, 2015, p. 172).

Compreendendo o notório descompasso de planejamento apresentado por Pereira (2015), identifica-se também uma aparente fragilidade no papel do Estado frente aos desafios de uma importante e potencial indústria, inerte dentro de um país que detêm um grandioso potencial de produção<sup>6</sup> e abastecimento, mas que apresenta uma deficiente matriz institucional, visto que, no mercado de energia renovável, apresenta, desde 1970, trajetórias importantes e descompassadas, enfraquecendo não só o amadurecimento institucional desse setor, como também a absorção do progresso técnico e o amadurecimento cultural, tanto do mercado, como do próprio Estado.

## 2.2 OS RECURSOS NATURAIS E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE LONGO PRAZO.

Desde os primórdios da ciência econômica os recursos naturais tem papel essencial (mesmo que indireto) na determinação de um modelo de crescimento econômico. Malthus (1803) buscou mostrar em seus estudos que a produtividade marginal da terra influenciava diretamente o fornecimento de alimentos e que esses, uma vez desequilibrados, influenciariam diretamente na prosperidade de uma

---

<sup>6</sup> Excluindo todas as áreas, protegidas ou não, cobertas por mata ou que sejam consideradas ecologicamente frágeis; excluindo, não apenas as áreas com declive inadequado para agricultura mecanizada, mas também aquelas que estão sendo utilizadas para agricultura, seja ela para a produção de alimento ou não, foi avaliado todo território nacional quanto ao potencial de produtividade da cana-de-açúcar. Levando-se em consideração qualidade de solo, pluviometria e declividade, foram identificadas, quanto à produtividade (alta, boa, média), sem irrigação, aproximadamente 271 milhões de hectares e, com irrigação, 30 milhões de ha a mais, principalmente nas regiões do Centro-oeste (60%) e do Nordeste (40%). Para a expansão proposta, dentro dos limites da atual tecnologia, seriam necessários menos de 10% da área disponível. (LEITE E CORTEZ, 2008, p.72).



economia, limitando o crescimento sustentando da renda per capita e gerando um ciclo virtuoso de pobreza para toda a sociedade.

Obviamente, Malthus não previa em seus estudos que os níveis de absorção do progresso técnico nos levariam, mesmo em longo prazo no estado estacionário, aos atuais níveis habitacionais do mundo<sup>7</sup>. Contudo, já identificava que tanto o crescimento quanto o desenvolvimento econômico não seria um processo simples, principalmente por se tratar do resultado de uma série de fatores, interações e mudanças em diversas estruturas da sociedade.

De acordo com Randal (1987, apud KAMOGAWA, 2003) dentre essas mudanças destaca-se o desenvolvimento da capacidade do ser humano em dominar a natureza para seu benefício. Desde o momento em que ele aprendeu a controlar o fogo e desenvolveu a agricultura, ele deixou de ser apenas um membro do meio para ser um agente que tinha capacidade de alterar a dinâmica do meio-ambiente de forma consciente para maximizar o seu conforto.

Sob a forma dos recursos naturais e ambientais, o homem passou a utilizar o meio ambiente como provedor de conforto. Assim, muito das dinâmicas populacionais e da própria prosperidade econômica das diversas sociedades humanas, foi influenciada pela disponibilidade destes recursos, tanto na forma qualitativa quanto na forma quantitativa. (LOMBORG, 2001 apud. KAMOGAWA , 2003, p. 04).

Conforme apresentado no item 2.1, a partir do final do século XX o conceito de desenvolvimento econômico empenhado por todas as nações passou a demandar avanços da ordem econômica, social e ambiental, constituindo sistemas que tenham condições de contribuir para a relação entre desenvolvimento econômico e meio ambiente. Tal aperfeiçoamento de análise, além de fomentar o amadurecimento e a compreensão acerca da importância dos recursos naturais para a soberania nacional em diversos setores produtivos, reviveu também o velho confronto ideológico entre crescimento e desenvolvimento econômico.

Compreende-se no conceito de desenvolvimento econômico, dentre outros fatores, a importância dos recursos naturais para a formação de uma base que possa considerar a relação entre crescimento estrutural da renda per capita,

---

<sup>7</sup> O número total da população do planeta atingiu 7 bilhões de pessoas em 31 de outubro de 2011. De acordo com projeções populacionais, este valor continua a crescer a um ritmo sem precedentes antes do século XX. Entretanto, a taxa de crescimento vem caindo desde que os índices de crescimento atingiram seu auge em 1963. A população está em explosão demográfica desde a Revolução Industrial que começou na Inglaterra em meados do século XVIII.<sup>1</sup> Previsões dizem que o mundo terá 11 bilhões de pessoas em 2090 (HAUB, 2011).

amadurecimento sociocultural e desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, entende-se que a discussão sobre desenvolvimento esteve focada, até a segunda metade do século XX, exclusivamente na variável econômica, sendo medida apenas pela renda nacional. Assim, em grande medida, toda a discussão sobre uso sustentável dos recursos naturais de modo a se gerar tanto retorno econômico, mas também efeitos ambientalmente desejáveis não foram parte das preocupações no âmbito das discussões referentes ao crescimento econômico.

Contudo, dados os recorrentes problemas ambientais, afetando diretamente diversas variáveis de mercado (tais como escassez de matéria prima e crises energéticas), surgiram então preocupações que passaram a ser discutidas por diversos setores da sociedade, a exemplo da Organização das Nações Unidas (ONU). Em meio a essas discussões, foi criada pela ONU, em 1983, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, com o objetivo de agir permanentemente em prol da preservação ambiental e orientar os países participantes a formularem ações para controlar os impactos e mitigarem os problemas oriundos da má utilização dos recursos naturais (FREITAS, 2011, p.33). Dentre os principais pontos levantados por esta comissão, estão algumas das mais importantes fontes de viabilização para o desenvolvimento econômico de uma nação de uma nação: produção, distribuição e abastecimento de energia às estruturas produtivas de uma nação.

Por definição, a energia se caracteriza pela capacidade de se realizar trabalho sobre a matéria ou modificar o estado da mesma. Dessa forma, considerando o contexto desse trabalho, existem duas principais formas de demanda por energia para o ser humano:

- I. Demandas biológicas: Para atender as demandas biológicas, a principal fonte de energia é aquela proveniente da irradiação das reações termonucleares que ocorrem no sol. Desta energia, aproximadamente um terço é refletida imediatamente para o espaço, enquanto os dois terços restantes são absorvidos pelo planeta na forma de calor ou são consumidos pelos organismos biológicos fotossintetizantes. (RAVEN *et al*, 1996, apud. KAMOGAWA, 2003)
- II. Sistemas produtivos e econômicos: Conforme citado por Kamogawa (2003), para atender as demandas dos sistemas produtivos e econômicos, podem-se

também utilizar os mesmos fluxos de energia proveniente das transformações químicas da energia solar. Essa energia pode ser encontrada tanto de forma direta, como por exemplo, na tração animal, ou então sobre o acúmulo da mesma e a sua transformação sobre a forma de combustíveis, sejam esses fósseis (petróleo e carvão mineral) ou vegetais (cultivo de cana de açúcar).

Sobre a ótica da importância da energia para o desenvolvimento econômico, Goldemberg (1998) discorre que esta representa, historicamente, um dos principais insumos para a viabilização do desenvolvimento, mostrando que quanto mais desenvolvida a nação, maior o consumo per capita de energia, e vice versa. Dessa forma, seu estudo identifica que na maioria dos países, nos quais o consumo de energia comercial per capita está abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo (TEP<sup>8</sup>) por ano, as taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade total são altas, enquanto a expectativa de vida é baixa, aspectos que retratam perfeitamente o perfil típico de uma nação subdesenvolvida.

Ultrapassar a barreira 01 TEP/capita parece ser, portanto, essencial para o desenvolvimento. À medida que o consumo de energia comercial per capita aumenta para valores acima de 02 TEP (ou mais), como é o caso dos países desenvolvidos, as condições sociais melhoram consideravelmente. O consumo médio per capita nos países industrializados da União Europeia é de 3.22 TEP/capita; a média mundial é de 1.66 TEP/capita (GOLDENBERG, 1998, p. 07).

Dadas as compreensões acerca da relação entre o consumo de energia e seus reflexos nos indicadores socioeconômicos, entende-se que os recursos naturais, em suas mais amplas utilidades, configuram-se como variável essencial na elaboração de políticas desenvolvimentistas. Isso porque uma vez que, tendo sua ampla utilização na transformação dos mesmos em energia, torna-se essencial considerar que o desenvolvimento desse processo esteja atrelado não só aos objetivos estruturalistas das políticas nacionais, mas também a um fluxo interativo e dinâmico de gerações de valor.

---

<sup>8</sup> TOE (*tonne of oil equivalent*) ou então TEP (tonelada equivalente de petróleo), representa o calor libertado na combustão de uma tonelada de petróleo cru, aproximadamente 42 GJ (gigajoules). A criação desta unidade moderna deveu-se à necessidade de se ter um equivalente geral das diversas energias para permitir a sua comparação. Dessa forma, o seu valor exato é estabelecido por definição uma vez que a combustão do petróleo bruto depende da composição química, que é variada entre as fontes de energia.

Contestando essa ótica de análise, Nordhaus (1990, apud ROMEIRO, 2012) identificou a relação entre a disponibilidade dos recursos não renováveis (em forma de energia) e o crescimento econômico. Partindo de um modelo de crescimento adaptado ao Modelo de Crescimento de Solow, considerou-se que, dado o aumento na disponibilidade de energia ao longo dos últimos 30 anos, os recursos não renováveis não teriam relação direta com o crescimento dos países.

Contudo, tal como os famosos modelos neoclássicos da década de 1990, o modelo não incorpora variáveis importantes para análise do desenvolvimento econômico. Nesse caso, não se considera que os recursos não renováveis tem correlação direta aos níveis de reforma estrutural e institucional do país, tendo seu estoque disponível alterado devido às mesmas, ou seja, não é o estoque de energia que aumenta, mas sim o acesso e a geração às mesmas que se aperfeiçoa de acordo com as reformas empregadas na sociedade.

Nesse contexto, entende-se que o puro estoque de energia, caracterizado pela simples disponibilização dos recursos naturais não caracteriza, por si só, a sua capacidade de transformação no processo de desenvolvimento econômico. Para que isso ocorra, os agentes que os utilizam em seu proveito devem empenhar esforços contínuos na garantia da manutenção de um processo onde a extração e a transformação do recurso natural caracterize um avanço não só na matriz energética do país, como também na geração de valor econômico e social.

Dessa forma, a capacidade dinâmica de empenhar esforços alinhados com um plano de desenvolvimento econômico sustentável reflete mais uma vez a importância que uma atuação efetiva do Estado tem para garantir que os amadurecimentos estruturais e institucionais sirvam como base para o desenvolvimento de novas indústrias, em especial quando são estimuladas por uma alta demanda efetiva ao desenvolvimento econômico de um país, mas enfrentam limitações técnicas, burocráticas e políticas muito densas, como é o caso da indústria de geração de energia limpa através dos recursos naturais, frente à poderosa indústria de derivados de petróleo.

Ademais, buscando analisar o processo de exploração dos recursos naturais como uma complexa unidade de geração de valor, Furtado (2013) identifica que a exploração de recursos naturais, uma atividade primária, só podem ser caracterizados como uma riqueza a partir do desenvolvimento e aplicação dos conhecimentos adquiridos ao longo da trajetória de desenvolvimento

desempenhada. Dessa forma, entende-se pela mensagem central do trabalho que a riqueza do recurso natural está muito menos nele próprio do que nos recursos produtivos que precisam ser mobilizados para a sua exploração e posteriormente na sua ampla utilização.

Daí a afirmação de que o maior de todos os recursos humanos é o conhecimento, a mãe de todos os outros recursos. Grande parte dos recursos é resultado da engenhosidade humana auxiliada por um processo lento, paciente, gradual e, por vezes, árduo, de aquisição de conhecimento e de experiência. Tudo isso mostra que os recursos naturais não existem, eles precisam ser criados. (FURTADO, 2013, p.14)

Dessa forma, conforme identificado por Schumpeter (1942), o progresso técnico por si só não se configura como a única alavanca ao desenvolvimento econômico balanceado no longo prazo. Os aspectos derivados do processo de inovação configuram, então, o rompimento de barreiras ao capitalismo moderno, desenhando então novos níveis estruturais para um sistema produtivo e atrelando, no caso dos recursos naturais, o puro valor econômico.

Singer (1975 apud MARÍN *et al*, 2009) indica que o importante não é o tipo de *commodity* produzida, mas, sim quem desenvolve a tecnologia empenhada, quem torna possível produzir aquela *commodity* e transformá-la industrialmente. Dessa forma, conforme apresentado por Pereira (2015), o planejamento estrutural de políticas econômicas voltadas à promoção dos recursos naturais como importante ferramenta do desenvolvimento econômico deve envolver uma estratégia de fortalecimento do progresso tecnológico e uma melhoria gradual no perfil das exportações, incorporando inovação em produtos, processos e atividades auxiliares. Ademais, conforme apresentado Pérez (2010), tal processo pode criar mercados de maior valor agregado, impulsionando e enriquecendo a matriz exportadora do país.

Uma exploração bem-sucedida suscita novos investimentos, novas mobilizações de recursos, novas prospecções e, com isso, vão aumentando também os resultados e os estoques, tanto de energia como de conhecimento tácito. Portanto, se o ambiente favorece a atividade e se a exploração produz resultados consistentes com o investimento realizado, o ânimo dos agentes é reforçado e, conseqüentemente, as atividades de prospecção se multiplicam, abrindo possibilidades de ampliação das reservas energéticas e garantindo então a sustentação de uma garantia futura às próximas gerações.

Nesse contexto volta-se a destacar que o papel do Estado é fundamental para garantir as melhores condições necessárias para que haja sucesso nesse processo. Compreende-se que o dinamismo tecnológico, tal como o amadurecimento institucional, aplicado ao bom uso dos recursos naturais como forma de promover desenvolvimento econômico, torna-se fonte de geração de riquezas onde o modelo dinâmico de transmissão do progresso técnico fomenta, além de novas oportunidades de exploração e geração de riquezas a partir dos recursos naturais, o fortalecimento da base energética e a impulso do desenvolvimento econômico de um país.

Contudo, observa-se que, historicamente, essa suposta habilidade em transformar os recursos naturais na “energia” do desenvolvimento econômico é determinada na maioria das vezes por uma espécie de polarização de forças políticas e econômicas, configurando cenários contemporâneos onde países com amplo estoque de recursos naturais (tal como os países da América Latina<sup>9</sup>) não desempenham, a exemplo do que fora apresentado por Fajnzylber (1990), níveis de crescimento e desenvolvimento econômico como poderiam, devido a fragilidade na equidade, a dificuldade em abrir a “caixa-preta” do progresso técnico e, também aos prejuízos do dualismo institucional.

Marín & Smith (2010) buscaram identificar os principais caminhos alternativos para o desenvolvimento em países da América Latina sob a ótica de uma industrialização baseada nos recursos naturais. Para os autores, em qualquer indústria, o problema central para o processo de transição para caminhos alternativos é compreender se, e como, passamos de um regime relativamente estável para um regime muito mais integrado economicamente, ambientalmente e socialmente.

Tal papel reforça a necessidade de atuação do Estado de forma a promover políticas públicas de dimensões técnicas e sociais que consistam em reformas consistentes a fim de que atendam a garantia de importantes bases, tais como:

---

<sup>9</sup> Segundo visão exposta no portal eletrônico do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a América Latina e no Caribe detêm uma das regiões mais ricas do mundo em recursos energéticos, incluindo os hidrocarbonetos, a hidroeleticidade e os biocombustíveis. Porém, essa riqueza não é distribuída de forma igualitária. Ainda segundo dados do BID (2015), aproximadamente 34 milhões de pessoas carecem de acesso a serviços modernos de energia elétrica, e as importações de combustíveis ainda consomem uma percentagem crescente dos orçamentos dos países menores do continente latino-americano.

- I. Investimento em pesquisa e desenvolvimento: As relações entre o Estado e as comunidades científicas são as relações fundamentais para compreender os caminhos e descaminhos do nosso desenvolvimento em C&T&I. As universidades, como organizações complexas, constituem, além do abrigo e da sede de muitos grupos de cientistas, o espaço de muitos outros interesses ligados ao ensino, aos serviços prestados à sociedade, aos movimentos discentes, docentes e de técnico-administrativos, e assim por diante (TRIGUEIRO, 2001, p.36).
- II. Fortalecimento de uma infraestrutura industrial: O Estado nesse caso tem um importante papel no investimento e no fomento do mesmo ao desenvolvimento de infraestruturas capazes de dar suporte a uma elevada competitividade, dada pela estrutura de mercado internacional e cobrada, em produtividade, pela mesma.
- III. Fomento de mercados maduros: O papel do Estado no fomento de mercados maduros tem ligação direta com a garantia de uma matriz institucional de alta qualidade, onde o desenvolvimento estratégico de suas atuações será portada exclusivamente pelos nortes do plano desenvolvimento econômico traçados pelo Estado.
- IV. Instituições políticas dedicadas: Tal como na garantia de mercados maduras, uma matriz institucional de qualidade favorece também o desenvolvimento de instituições políticas dedicadas, as quais são germinadas em um profundo amadurecimento cultural, em linha com os planos de desenvolvimento propostos.
- V. Significado cultural ligado ao desenvolvimento do regime específico: Nesse caso, cabe ao Estado, junto ao amadurecimento cultural, garantir que suas ações junto às reformas necessárias estejam de pleno acordo com o planejamento traçado para o desenvolvimento econômico e contínuo do mesmo.

Dessa forma, compreende-se que a fragilidade na geração de resultados expressivos no crescimento e no desenvolvimento econômico de países com abundante estoque de recursos naturais, como por exemplo os países da América Latina, passa pela determinação de uma estrutura produtiva e institucional ociosa na

promoção de reformas e refém de forças políticas e empresariais, as quais se fazem presentes e, muitas vezes, presas umas as outras nos determinados contextos que cercam seus interesses.

Os países em desenvolvimento não são vistos desempenhando papel ativo na formação de padrões de solução, ou então determinando uma trajetória tecnológica de referência a ser seguida por indústrias. Isto se dá porque, historicamente eles têm adotado tecnologias e direcionamentos de mudança em forma de contextos mais avançados, respondendo às forças políticas e institucionais destes contextos. (MARÍN & SMITH, 2010, p. 5)

Tal interpretação torna a questionar sobre o debate dos limitadores de desenvolvimento dos países da América Latina utilizando os recursos naturais de forma a desenvolver, a partir do amadurecimento estrutural, institucional e cultural, uma trajetória de crescimento sustentado da renda per capita e baseado principalmente na garantia de uma base produtiva, econômica, social e ambiental que não seja deficitária e garanta a viabilidade de um modelo de desenvolvimento econômico sustentável.

#### 2.2.1 O importante papel da matriz energética no desenvolvimento econômico

Dentre os diversos elementos essenciais para a manutenção da sobrevivência da humanidade estão: energia, ar e água. Conforme abordado por Lucon & Goldemberg (2007), nas sociedades primitivas seu custo de obtenção era praticamente zero. A energia era obtida da lenha das florestas, para aquecimento e atividades domésticas, como cozinhar. Entretanto, o consumo de energia foi crescendo de forma que outras fontes se tornaram necessárias e as crises energéticas começaram a se configurar como uma realidade social.

Durante a Idade Média, por exemplo, as energias de cursos d'água e dos ventos utilizadas se mostraram insuficientes para suprir as necessidades de populações crescentes. Tais desequilíbrios começavam a surgir, pois a energia demandada não somente atenderia a realização das atividades domésticas, como também os primeiros processos de produção manufatureira. Com o desenvolvimento



do fluxo de mercadorias e a crise de abastecimento e produção, foi necessária uma revolução brutal no modelo produtivo adotado até então (FANTINE, 2008).

Dessa forma, após a Revolução Industrial, a demanda por energia alcançou uma crescente inédita e foi preciso usar fontes com maior concentração energética e que pudessem atender ao pujante fluxo das máquinas industriais. Dessa forma, configurou-se o início da crescente demanda por carvão mineral, petróleo e gás (BARROS, 2007).

A demanda por tais fontes energéticas, por sua vez, trouxe consigo um elemento de grande relevância estrutural para o planejamento dos Estados e que chamou a atenção do crescente fluxo de capitais instaurado pelo modelo de consumo do século XIX e XX: um elevado custo de produção e distribuição até os centros consumidores. Nesse cenário, grandes redes corporativas atraíram um alto fluxo de capital para essa crescente indústria e instalaram, através da mesma, o atual molde da matriz energética mundial. (BARROS, 2007).

Contudo, tal como em qualquer esfera do capitalismo globalizado, a indústria energética também sofreu com grandes crises de produção, abastecimento e preços. A chamada Primeira Crise do Petróleo <sup>10</sup>, por exemplo, desencadeou uma espiral de preços que comprometeu todo o mercado internacional de energia, interferindo diretamente na trajetória de progresso e desenvolvimento econômico de diversos países ao longo do século XX.

Portanto, analisando o contexto histórico, entende-se que a disponibilidade de energia em quantidade e qualidade adequadas, tal como a custos competitivos, tem-se constituído em um dos mais importantes pré-requisitos para o desenvolvimento econômico das nações. Em vista disso, a energia tem sido tratada como um bem de natureza estratégica, e não por acaso a segurança energética se tornou um dos temas mais relevantes da agenda mundial (ABRAMOVAY, 2009).

Conforme discorrido por Barros (2011), as empresas multinacionais, as grandes organizações financeiras, bem como as empresas estatais e órgãos reguladores são agentes com forte presença na dinâmica do mercado internacional do petróleo e do gás natural. Dessa forma, a sua atuação frente à agenda internacional não se dá apenas pela representação econômica, mas também

---

<sup>10</sup> A chamada Primeira Crise do Petróleo aconteceu depois da Segunda Guerra Mundial e foi provocada pelo embargo dos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e do Golfo Pérsico de distribuição de petróleo para os Estados Unidos e países da Europa.

geopolítica. Ou seja, o contexto instaurado pela possibilidade de geração de riqueza advinda das mais diversas fontes energéticas traz consigo uma série de disputas comerciais, financeiras e diplomáticas, bem como guerras e conflitos violentos entre Estados.

Identifica-se, portanto, que tamanha relevância absorve consigo elementos que vão além da crescente demanda energética para a promoção do progresso econômico. De forma mais ampla, a controvérsia energética vigente denota que a readaptação do sistema capitalista a um novo padrão energético envolve um intenso e delicado conflito de interesses que deve absorver não apenas os objetivos do lucro privado, como também a promoção de ganhos socioambientais.

Pode-se dizer que as economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental garantem, além de importantes vantagens comparativas, bases maduras para a elaboração de importantes reformas em pró do desenvolvimento econômico sustentável.

Abramovay (2009) e Sachs (2009) discorrem que os riscos e incertezas quanto ao futuro energético mundial demandam uma discussão mais madura frente ao debate *mainstream* instaurado com os crescentes desafios enfrentados pelo setor energético mundial.

O simples diagnóstico quanto à disponibilidade dos estoques de petróleo e o impacto desses como fator limitador ao progresso econômico das nações se mostram ineficientes para atender aos complexos elementos de limitação ao desenvolvimento econômico na sociedade contemporânea. Dessa forma, entende-se que a controvérsia nos debates quanto ao dinamismo da matriz energética mundial tem como elementos principais duas razões básicas:

- I. Quais são os atuais fatores de limitação à manutenção do dinamismo da matriz energética mundial e;
- II. Quais são os possíveis candidatos na construção de uma matriz energética mais segura, dinâmica, limpa e que atenda a promoção do progresso econômico mundial sem afetar as condições de sustentação dos mesmos pelas gerações futuras.

Quanto ao primeiro elemento, identifica-se que os desafios não apenas retêm-se aos limitados estoques e a disponibilidade de petróleo ao redor do mundo, mas também a tolerância das sociedades contemporâneas aos impactos de seu uso diante das inúmeras externalidades<sup>11</sup> que esse mesmo uso gerou ao se tornar a principal base de consumo da matriz energética mundial depois da primeira guerra mundial<sup>12</sup>.

Em relação ao segundo elemento, podemos considerar que, apesar da crescente atenção à necessidade de se preparar para uma futura troca de bases na matriz energética mundial, ainda há muita contestação quanto à maneira que ocorrerá a descarbonização dessa matriz.

Brow (2007), por exemplo, demonstra que de fato a matriz energética mundial deverá passar por uma grande transformação ao longo do século XXI para atender a crescente demanda de energia principalmente dos países emergentes, como no caso do Brasil. Contudo, o autor defende que apesar de a humanidade já deter tecnologias disponíveis para a necessária reestruturação da matriz energética mundial, os biocombustíveis baseados na agricultura, por exemplo, não se encontram como uma alternativa viável a obtenção de êxitos econômicos, sociais e ambientais nesse planejamento.

Da mesma forma, Bell (2007, apud ABRAMOVAY, 2009) afirma que, a partir do comportamento do mercado acionário de energia, pode-se identificar claramente que os investimentos em energia eólica, solar e fotovoltaica, bem como a rapidez das inovações das cadeias de consumo - em especial veículos - a tais bases energéticas, não sugerem que a era do petróleo será simplesmente substituída por uma única cadeia majoritária e baseada em recursos naturais, mas sim por uma combinação de elementos que envolvam a adaptação da cadeia de consumo a uma base cada vez mais flexível.

---

<sup>11</sup> Seja por falhas de mercado, identificadas principalmente pela alta concentração do mercado de derivados de petróleo, ou até mesmo pelos danos ambientais irreversíveis causados pelos GEE - em especial pelo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Segundo dados da Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2015) pode-se considerar que as externalidades dos atuais 81% de participação de combustíveis fósseis na matriz energética mundial, são, em sua grande de irreversibilidade imensurável.

<sup>12</sup> Conforme analisado por Fantine (2008), apesar de surgir como indústria potencial já em 1870, a participação do petróleo na matriz energética mundial só se tornou relevante no início do século XX e passou a ter importância estratégica a partir da Primeira Guerra Mundial. Em uma primeira etapa o petróleo foi estratégico do ponto de vista militar, mas com a crescente participação no crescente consumo energético mundial e por sua desigual distribuição geográfica, ele passou a ser um insumo economicamente estratégico e se amadureceu como principal indústria energética ao longo da metade do século XX, ultrapassando, em 1970, o carvão mineral.

Dessa forma, identifica-se que o papel do Estado na garantia do desenvolvimento econômico sustentável, pautado principalmente na substituição dos derivados de petróleo como base da matriz energética mundial, enfrenta diversos debates que envolvem, além de importantes estudos de viabilidade e externalidades econômica, ambiental e financeira, interesses de grandes grupos políticos e econômicos.

Nesse cenário, ao contrário do que se fez vigente na maior parte do século XX, a compreensão de novos agentes no complexo arcabouço de geração e distribuição de energia é de suma importância para a garantia das reformas estruturais, institucionais e culturais, já citadas anteriormente na discussão sobre desenvolvimento econômico.

Von der Weid (2009) levanta importantes questionamentos quanto à capacidade do atual arranjo institucional ligado aos desafios energéticos do século XXI. Um deles é encontrar uma nova base energética que atenda as crescentes demandas de energia advindas da esfera produtiva sem ameaçar a sustentabilidade ambiental ou então o avanço em outros diversos problemas sociais.

Para o pesquisador, um dos mais desafiadores aspectos da elaboração de um novo perfil para a matriz energética brasileira está na ação do Estado em garantir a produção e fornecimento de energia limpa sem comprometer o avanço em outros importantes aspectos do desenvolvimento de uma nação, tais como metas<sup>13</sup> ao desenvolvimento econômico sustentável, e a recuperação gradual do meio ambiente e erradicação da fome, fatores que serão levantados sobre uma análise mais profunda adiante.

Visto isso, faz-se compreender as razões pela qual o contexto do arranjo produtivo energético de uma nação figura, dentro outros, como um dos temas de maior controvérsia no debate econômico e geopolítico da atualidade.

---

<sup>13</sup> No ano de 2000, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu a mundialmente conhecida “Assembléia do Milênio”. A reunião de chefes de Estado e de governos de maior magnitude jamais realizada: 191 delegações estavam presentes, 147 delas lideradas por suas autoridades de mais alto escalão. O debate resultou na aprovação da Declaração do Milênio, que reconhece que o mundo já possui a tecnologia e o conhecimento para resolver a maioria dos problemas enfrentados pelos países pobres. O estabelecimento destes objetivos representa uma grande realização da comunidade internacional, visto que são mensuráveis e temporalmente delimitados. Dentre os oito objetivos traçados na assembleia, dois se destacam sob a ótica desse trabalho por estarem constantemente em conflito com a elaboração das matrizes energéticas de um país: A erradicação da pobreza e da fome, e a garantia de sustentabilidade ambiental. Tais objetivos se reforçaram junto a novas metas e voltaram a se destacar no novo encontro dos chefes de Estado, o qual fora realizado em setembro de 2015, apenas dois meses após a 21ª Conferência do Clima (COP 21).

De um lado, tem-se as perspectivas de redução das fontes de combustíveis fósseis e a necessidade de se garantir a promoção de uma matriz energética alternativa e que seja mais limpa, segura e dinâmica. Do outro lado, os Estados que demandam por energia para alavancar uma trajetória de prosperidade econômica se encontram reféns de antigas fragilidades que vão além do âmbito energético e denotam para uma realidade social ainda mais preocupante, como por exemplo, as mortes por fome, os altos índices de mortalidade infantil e o baixo investimento em capital humano.

Para Von der Weid (2009), entende-se que o desenvolvimento de resoluções em prol de uma matriz energética norteada pelo desenvolvimento econômico sustentável não pode ser baseado no uso de premissas baseadas única e exclusivamente nas forças de mercado. Dessa forma, o mundo estaria alimentando uma trajetória espiral de crescentes crises energéticas, alimentares e ambientais.

Portanto, ainda conforme citado por Von der Weid (2009), o tempo da dominação da lógica bruta do lucro imediato está chegando ao fim, pois ela entre em conflito não apenas com os 17 objetivos<sup>14</sup> traçados no final de setembro de 2015 pelos 193 Estados-Membros da Organização das Nações Unidas (ONU) em prol do desenvolvimento sustentável, mas entra em conflito principalmente com a sobrevivência da humanidade. Requer-se que se essa é uma preocupação por parte do Estado, ele deve prover as condições para que a matriz energética seja parte de um projeto de desenvolvimento sustentável, contribuindo para os objetivos instaurados pela sociedade contemporânea.

Portanto, o amadurecimento e transformação da matriz energética das nações requer o uso de uma ótica que vá além de aspectos traçados pelos modelos de crescimento econômico do século XX, já apresentados no capítulo anterior. Os novos desafios do século XXI refletem o desenvolvimento de uma sociedade globalizada, seja pela crescente demanda energética em prol do progresso

---

<sup>14</sup> Dando continuidade as diretrizes traçadas na “Assembleia do Milênio”, realizada em 2000, os 193 Estados-Membros da ONU adotaram formalmente no dia 25 de setembro de 2015 a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável composta pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS substituem os chamados Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs), vigentes até o fim do mesmo e cujas metas foram reavaliadas na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), conhecida também como Rio+20. Segundo reportagem da Empresa Brasil de Comunicação S/A (EBC), entre as novas propostas elaboradas junto aos ODS estão erradicar a fome e a pobreza, promover a agricultura sustentável, saúde, educação e igualdade de gênero, além de garantir a todos o acesso à água, ao saneamento e à energia sustentável, o crescimento econômico, emprego, a industrialização, cidades sustentáveis e a redução da desigualdade.

econômico, seja pelas externalidades de custos ambientais e sociais advindas do mesmo. Dessa forma, compreende-se que a matriz energética e sua gestão em prol do uso de fontes de energia renovável se configuram como uma importante chave à promoção do Desenvolvimento Econômico Sustentável (DES).

### 2.2.2 A controvérsia entre sustentabilidade e desenvolvimento econômico

A chamada “controvérsia da sustentabilidade”<sup>15</sup> ainda figura como um dos temas mais complexos no cerne do debate econômico atual. Conforme exposto por Gonçalves-Dias (2012), de um lado está o crescimento do consumo global por bens e serviços, movidos por um conjunto de fatores interdependentes, que vão desde avanços tecnológicos e energia barata até novas estruturas comerciais, crescimento populacional e, ainda, necessidades sociais dos seres humanos. De outro está o histórico acumulado de crises de produção e abastecimento, as quais refletem não apenas no desequilíbrio do consumo energético, como também nos notáveis danos ambientais registrados ao longo das últimas décadas.

Nesse contexto, diversos pesquisadores buscaram explicar a relação dada como perfeita entre o progresso econômico e os impactos ambientais. Kuznetz (1991)<sup>16</sup>, por exemplo, destacou que os impactos ambientais gerados pelo progresso

---

<sup>15</sup> O conceito de sustentabilidade começou a ser delineado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE), realizada na Suécia, na cidade de Estocolmo, de 5 a 16 de junho de 1972, a primeira conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente. A Conferência de Estocolmo lançou as bases das ações ambientais em nível internacional. Desde então a agenda internacional passou a contar com diversos encontros entre os principais chefes de Estado a fim de se alinhar um plano de ação global para a manutenção dos determinantes do progresso, da prosperidade e do desenvolvimento econômico sustentável.

<sup>16</sup> Simon Kuznets (1901-1985) foi um economista nascido na Ucrânia, ganhador do Prêmio Nobel de Economia em 1971, que fez importantes contribuições aos estudos macroeconômicos. Originalmente, a “Curva de Kuznets” foi uma representação gráfica elaborada para expressar a hipótese de que o aumento da desigualdade de renda é uma tendência natural dos primeiros ciclos do desenvolvimento econômico, mas que se reverte com o passar do tempo, pois as próprias forças de mercado se encarregariam de reduzi-las a partir do momento em que uma nação alcança certo limiar de renda per capita. A Curva Ambiental de Kuznets (CAK) tem a mesma forma da original, mas é aplicada para a área ambiental. A CAK tem sido usada pelas pessoas que defendem o desenvolvimento econômico como uma prioridade em relação ao meio ambiente. (ALVES, 2012).

econômico são não somente temporários como também necessários nos estágios do desenvolvimento.

Conforme abordado por Alves (2012), a ideia básica do modelo de Kuznets é de que o desenvolvimento só causa grandes impactos ambientais em suas etapas iniciais, período conhecido como no *take off* rostowniano. Porém, a partir de certo ponto, o aumento da renda per capita, e consequentemente o investimento em capital humano, levaria a economia a uma menor degradação ambiental. Portanto os benefícios do desenvolvimento econômico estariam correlacionados não apenas com o aumento na capacidade de consumo, mas também na redução de desigualdades sociais e na proteção e conservação do meio ambiente.

Dessa forma, compreende-se que o atual estágio de desequilíbrio entre a produção de bens e serviços e a manutenção do meio ambiente são naturais ao processo de desenvolvimento, e tenderão, a longo prazo, a se estabilizar em um ponto ótimo onde a exploração de recursos naturais será feita de forma a maximizar a utilidade tanto do bem explorado, como da renda advinda desse processo. Portanto, Kuznetz (1991) defende que os aumentos dos danos ambientais advindos da produção energética atingiriam certo ponto onde os ganhos provenientes do consumo energético levariam a sociedade a níveis de renda e de intensidade tecnológica que pudesse garantir tanto a redução dos impactos ambientais quanto o aumento gradual dos níveis de renda per capita.

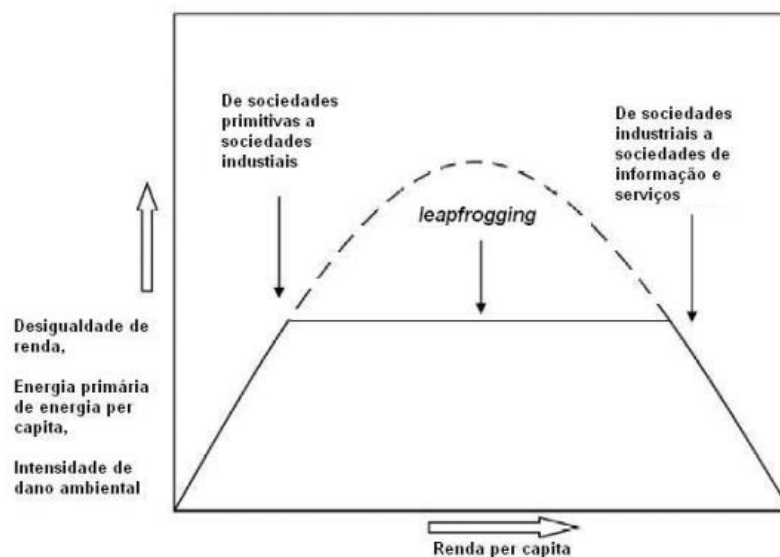


FIGURA 01- A CURVA DE KUZNETS PARA OS IMPACTOS AMBIENTAIS E ESTÁGIOS DO DESENVOLVIMENTO  
 FONTE: GOLDEMBERG & LUCON (2007, p. 17)

Porém, tal como abordado Abramovay (2013), nada impede que o uso de tecnologias modernas e mais eficientes seja introduzido logo no início do processo de desenvolvimento, acelerando com isso o uso de tecnologias que auxiliem na redução dos impactos ambientais e garantam a continuidade do progresso econômico. Tal efeito pode ser entendido pelo chamado efeito *leapfrogging*, e que se contrapõe ao pensamento de que, para haver desenvolvimento, é preciso que ocorram impactos ambientais crescentes e graduais.

Nesse cenário, podemos compreender a histórica transformação na relação entre sociedade e meio ambiente ao longo do último século, dada, a partir da 1ª Revolução Industrial, por um rápido e intenso avanço nos níveis de renda per capita e desenvolvimento tecnológico. Esse processo refletiu em profundas mudanças no estilo de vida da sociedade, elevando em termos socioeconômicos o grau de bem-estar dos indivíduos. Contudo, conforme destacado por Garcia (2013), as bases de consumo com que esse bem estar fora elevado trouxeram consigo a destruição maciça de inúmeros ecossistemas, o que reduz o grau de bem-estar humano e compromete, tal como abordado por Abramovay (2009), a própria sobrevivência da espécie humana na terra.

Dado o contexto, Gonçalves-Dias (2012) salienta que a operação do modelo de desenvolvimento econômico traçado até então gera, de um lado, mecanismos que garantem a ampliação do acesso ao consumo energético. Por outro lado, diante das mudanças climáticas em vigor já expostas, agentes internacionais e locais têm pressionado a sociedade querendo uma redução dos índices correlacionados aos danos ambientais.

Por fim, para a completa compreensão dos limitadores à garantia de uma base energética madura, dinâmica, estratégica e sustentável, será analisada no próximo capítulo o processo de formação e a atual composição da matriz energética brasileira, identificando as principais características e limitações estruturais e institucionais de sua composição, em especial no caso das alternativas de geração de energia através de recursos renováveis.

Dessa forma, pretende-se dar continuidade a um caminho explanatório para identificar o papel do Estado no processo de amadurecimento da matriz energética brasileira, identificando posteriormente os potenciais e os desafios que as fontes de energia limpas e renováveis, representadas pelos biocombustíveis, tem na formação do processo de desenvolvimento econômico sustentável do país e quais os impactos



diretos e indiretos desse processo na formação de novas redes industriais que, baseadas na geração de energia por meio dos recursos naturais, transborda oportunidades de amadurecimento e reformas necessárias em diversos setores da economia brasileira.

### 3. A MATRIZ ENERGÉTICA E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL

Conforme identificado no capítulo anterior, a energia é elemento essencial para a promoção do desenvolvimento econômico das nações, que é uma das aspirações fundamentais dos povos de todos os países. Contudo, ao se portar como importante ferramenta à promoção do desenvolvimento econômico, a energia e todo o contexto do arranjo produtivo energético de uma nação figura também como um dos temas de maior controvérsia no debate econômico e geopolítico da atualidade.

Não obstante a esse contexto, a matriz energética brasileira caracteriza-se como um importante objeto de estudo frente às aspirações sociais, econômicas e ambientais do Brasil, não apenas por esse ser um país em desenvolvimento, mas também por se tornar referência quanto ao investimento em políticas energéticas de referência global frente aos desafios e demandas socioambientais. (ABRAMOVAY, 2011)

Segundo dados do *Greenpeace Internacional* e do EREC (Conselho Europeu de Energias Renováveis), as fontes de energia renováveis responderam por 45,8% da demanda de energia primária do Brasil em 2011. Tais resultados são excelentes, visto que a média global de 2010, segundo dados da IEA (2012), foi de apenas 13%. Contudo, apesar de tal referência traduzir um perfil único para a matriz energética brasileira, ela também aponta, entre outros fatores, para a caracterização de uma estrutura produtiva que detém um enorme potencial energético ainda subaproveitado.

Dessa forma, alinhado aos objetivos dessa monografia, este capítulo busca identificar na atual estrutura conjuntural da matriz energética brasileira quais as principais variáveis que permearam a construção da atual estrutura de geração e distribuição de energia. Tal diagnóstico, contudo, busca superar o discurso acerca da controvérsia literária e identifica, por fim, em qual estágio de maturidade o perfil da matriz energética brasileira se encontra.

Em vista disso, o capítulo se inicia resgatando a concepção histórica da energia para o processo desenvolvimento econômico brasileiro. Em um segundo momento, realiza-se uma análise da trajetória histórica da matriz energética brasileira, identificando quais aspectos de influência política, econômica e, mais

recentemente ambiental, serviram como base para a configuração do atual perfil do setor energético brasileiro.

Em seguida, com base nos principais objetivos da política energética nacional, descritas por Guerreiro (2011) e expostas ao longo do capítulo, realiza-se uma análise sobre o perfil estrutural da matriz energética brasileira e identifica-se o grau de maturidade da mesma frente aos desafios instaurados pela nova Revolução Energética. Por fim, discute-se sobre os principais setores consumidores de energia no país, identificando em seu perfil de consumo o atendimento às diretrizes da política energética e o papel do Estado na sua evolução em prol do desenvolvimento sustentável.

### 3.1 O CONTEXTO HISTÓRICO NA FORMAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Conforme assinalado por Fernandes (2004), o Brasil utilizou, desde a sua descoberta, a lenha como base de produção energética. O ciclo da cana de açúcar se desenvolveu todo ele sustentado pela lenha. O caldo de cana era aquecido em tachos de cobre, os quais utilizavam a lenha durante todo o processo. O ciclo do ouro, que veio em seguida, também foi calcado no uso da lenha. O ouro em pó era derretido em fornos a lenha/carvão vegetal, assistidos com foles, para se alcançar as temperaturas necessárias.

Ainda segundo Fernandes (2004), o ciclo do café foi o primeiro que trouxe a troca de base na matriz energética brasileira. O uso do carvão mineral no lugar da lenha não se deu porque a torrefação dos grãos necessitasse, mas sim porque o dinheiro proporcionado pelo café, aliado a presença de imigrantes que trouxeram uma massa crítica de conhecimento e a crescente demanda produtos utilizados na Europa, desencadeou os primeiros passos da industrialização do Brasil, particularmente na cidade de São Paulo.

O carvão, além da energia mecânica gerada pelas rodas d'água, foi o grande responsável pelo início do processo de industrialização no país e configurou, desde então, uma correlação direta entre a indústria energética e o progresso econômico brasileiro do século XX. Porém, conforme descrito por Martin (1966 apud.

Fernandes, 2004), este carvão era importado da Inglaterra principalmente e dos EUA. Tal dependência figurou o primeiro entrave ao progresso econômico brasileiro por conta de uma crise internacional de produção e abastecimento.

Dada a primeira guerra mundial, ocorrida entre 1914 e 1918, o mercado internacional do carvão entra em crise e assim permanece por mais alguns anos devido à reconstrução da Europa. É importante notar que a produção industrial mundial, tal como a brasileira, pode ser correlacionada nesta época com o consumo desta base energética.

Em paralelo, o desenvolvimento proporcionado pelo mercado cafeeiro trouxe investidores externos que buscaram apostar nas vantagens topográficas do solo brasileiro e investir não na importação de derivados de petróleo, mas sim na geração de energia hidroelétrica<sup>17</sup>. Dessa forma, entre 1901 e 1930 houve um aumento de 15,6% da capacidade instalada de energia.

Conforme destacado por Santos (2004 *apud* Fernandes 2004), a importação de petróleo e derivados era desprezível até o fim da primeira guerra mundial. Porém as importações triplicaram logo após o final do período e se mantiveram assim até o final da década de 1920. É de suma importância destacar que este crescimento coincide com o crescimento do uso de automóveis e caminhões por todo o mundo.

Em 1929, com a quebra da bolsa de New York, uma nova crise se instalou por todo o mundo. No Brasil a repercussão foi imediata e, com a instalação do governo de Getúlio Vargas em 1930, começa uma fase desenvolvimentista que permanece até 1980 e caracteriza uma mudança brutal na matriz energética brasileira.

Esta fase se caracterizou por um governo forte, centralizador, intervencionista, nacionalista e populista. Caracterizou-se como sendo a fase onde o Brasil obteve o maior crescimento em sua economia. Crescimento este calcado na industrialização, na urbanização, na expansão das rodovias, das telecomunicações, da indústria de base (SANTOS, 2004 *apud* FERNANDES, 2004, p.03).

Nesse cenário o Brasil, tal como outros diversos países que detinham uma matriz energética com baixo grau de maturidade e, portanto, se encontravam longe

---

<sup>17</sup> No início do século 20, aproveitamentos hidrelétricos de vários portes e locais foram passados para o controle de duas empresas: The American & Foreign Power Company (AMFOP) através de suas subsidiárias e a LIGHT, que foram estatizadas em 1964 e 1979, respectivamente, em condições vantajosas para estas empresas. (FERNANDES, 2004)

do chamado “Norte-Rico”<sup>18</sup> passou por um período onde pode experimentar um aumento vertiginoso do consumo de energia primária. Como já apresentado anteriormente, tal aumento se deu através de um intenso progresso econômico de magnitude global e que fora determinante para moldar o atual perfil da matriz energética brasileira.

Entre os fatores que impulsionaram tal crescimento pelo consumo de energia primária ao longo do período está, principalmente, um expressivo processo de industrialização, datado pelas instalações de indústrias de base no Brasil e que figura, a partir da década de 1930, com a forte<sup>19</sup> atuação do Estado no fomento a diversas indústrias ligadas a produção e distribuição de energia.

O modelo tradicional estabelecido de 1940 a 1960 colocou nas mãos dos governos federal e estaduais empresas estatais responsáveis pela grande parte da produção e distribuição de eletricidade, petróleo e gás. Petrobras, Eletrobrás e inúmeras empresas estaduais foram criadas para tal fim, incluindo o planejamento energético (GOLDEMBERG & LUCON, 2007, p. 10)

Esse processo aparece tanto como resultado da alta liquidez do mercado internacional, como também de uma notável expansão demográfica<sup>20</sup>, acompanhada de rápido aumento da taxa de urbanização das principais cidades brasileiras (TOLMASQUI e GUERREIRO, 2007).

Baer (2003) destaca que a rápida transformação socioeconômica do Brasil pode ser explicada por alguns números. Em 1940, apenas 30% da população do país era urbana, já em 1970 e 2000, essa proporção pulou para respectivos 56 e 78%. A contribuição da agricultura para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro caiu

<sup>18</sup> A divisão norte-sul é uma divisão socioeconômica e política utilizada para atualizar a Teoria dos Mundos. A partir dessa divisão, separam-se os países desenvolvidos, chamados de países do norte, dos países do sul, grupo de países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. (...) Anteriormente, o grupo dos países do sul era chamado de Terceiro Mundo, porém esta definição tornou-se ultrapassada desde a extinção do grupo de países socialistas, pertencentes ao chamado “Segundo Mundo”. Dessa forma, apesar de estar em desuso, ainda utiliza-se as expressões países do norte e países do sul para descaracterização ideológica, contudo tais referências não evidenciam as desigualdades entre os países de cada bloco.

<sup>19</sup> A partir dos anos 40 várias empresas estatais foram criadas, sendo duas na década de 40, nove na de 50, dez nos anos 60 (sendo que em 1966 a criação da CESP absorveu várias empresas estatais), duas nos anos 70, sendo uma delas, a ITAIPU, binacional (Brasil/Paraguai), com 96% da energia destinado ao Brasil (FERNANDES, 2004).

<sup>20</sup> Considerando-se apenas o período a partir de 1970, a série histórica da evolução do consumo de energia e do crescimento populacional indica que naquele ano a demanda de energia primária era inferior a 70 milhões de TEP (toneladas equivalentes de petróleo), enquanto a população atingia 93 milhões de habitantes. Em 2000 a demanda de energia quase triplicou, alcançando 190 milhões de TEP, e a população ultrapassava 170 milhões de habitantes (TOLMASQUI & GUERREIRO, 2007).

de 28% em 1947 para 10% no início do século XXI. Por outro lado, a indústria teve aumento proporcional na participação do PIB de 20% em 1947 para cerca de 40% no início do novo século. Dessa forma, houve uma vertiginosa crescente na produção de diversos produtos ligados ao setor industrial brasileiro, tais como a produção de veículos à motor, cimentos, aparelhos de televisão, geladeiras e demais produtos da chamada “linha branca”.

Para absorver os ganhos de todo esse “progresso econômico” advindo da industrialização, o Brasil demandou uma grande transformação nos processos de produção e distribuição de energia. No que diz respeito à capacidade energética instalada, o Brasil também teve uma evolução considerável, sendo que ao final dos anos 90, o Brasil contava com cerca de 60 KW de capacidade instalada, valor 34% superior ao período dos 30 anos antecedentes.<sup>21</sup>

Dessa forma, entende-se que o perfil da matriz energética brasileira, uma vez que se caracteriza como uma das mais importantes bases do sistema produtivo de todos os segmentos da economia desempenhou importante papel nos resultados obtidos ao longo do período ao demonstrar a forte correlação entre o crescimento do PIB Industrial, crescimento do PIB Energético e finalmente o crescimento do PIB Nacional.

Entretanto tal crescimento da representatividade industrial não trouxe consigo somente o tão almejado “progresso econômico”. Por outro lado, a exemplo da crise do carvão instaurada na década de 1930, a alta correlação entre o crescimento do PIB industrial frente ao crescimento do PIB nacional alertou as nações para o alto grau de dependência que a matriz energética brasileira teria na sustentação da base industrial que puxara o progresso econômico avaliado desde 1930.

Ao longo do século XX o país sofreu fortes influências das crises energéticas internacionais. Nessa hora, o papel do Estado brasileiro também se fez determinante para dar início a programas de referência global que pudessem dar sustentação ao progresso econômico baseado nos objetivos das políticas energéticas.

Como expoente da atuação do Estado brasileiro podemos identificar o período da primeira crise do petróleo, datada no período pós Segunda Guerra

---

<sup>21</sup> Nos anos 50 e 60, devido aos investimentos estatais, o setor energético também se industrializou. As áreas de petróleo, hidroeletricidade e carvão adquiriram dimensões de indústria, somando os esforços do governo na construção de indústrias de base e infraestrutura. A era desenvolvimentista prosseguiu com Jucelino Kubitschek e seu plano de metas, desenvolvendo a indústria nacional e reduzindo a dependência brasileira da exportação de commodities agrícolas e minerais. (SANTOS, 2004).

Mundial, em especial em 1973, foi provocada pelo embargo dos países membros da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) e do Golfo Pérsico de distribuição de petróleo para os Estados Unidos e países da Europa. Contudo, mais do que uma crise de preços, a primeira crise do petróleo alertou, mais uma vez, para as fragilidades das nações frente as suas políticas energéticas, fazendo-os reagir das mais distintas maneiras.

Conforme citado por Fernandes (2004), no Brasil, o Estado desencadeou uma série de ações e programas para mitigar os impactos da crise na trajetória de progresso econômico brasileiro, tais como:

- I. A prospecção e extração de petróleo em águas profundas, através da Petróleo Brasileiro S.A. (Petrobras);
- II. A intensificação da construção de hidrelétricas para reduzir a dependência do petróleo na indústria brasileira;
- III. A associação com a Alemanha de repasse de tecnologia nuclear, resultando na construção de Angra 1 e Angra 2 e compra dos itens de Angra 3;
- IV. O Proálcool, considerado o programa de maior sucesso no mundo em combustíveis de fontes renováveis.

É importante salientar que a viabilidade econômica e financeira de diversas dessas ações só foi possível devido a ação do Estado na garantia de fontes de financiamentos dos projetos. Maior exemplo disso é o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), fundado em 1952 e que representou desde então um importante agente no processo de amadurecimento da indústria brasileira, tal como o da indústria ligada à geração e distribuição de energia.

Tradicionalmente, o BNDES financiou investimentos em capital fixo (construção de plantas e aquisição de equipamentos) e exportações. No entanto, mais recentemente o BNDES passou a direcionar recursos e dar maior atenção ao financiamento à inovação em empresas no país. Seu planejamento estratégico de 2009/2014 estabeleceu a inovação, o desenvolvimento local/regional e socioambiental como os aspectos mais importantes do fomento econômico que deveriam ser estimulados. (PEREIRA, 2015, p. 151)

Estreitando a discussão para o tema central desse trabalho de monografia e reacendendo a discussão acerca dos biocombustíveis, dar-se-á foco ao Proálcool (Programa Nacional do Álcool) que foi um programa de substituição em larga escala dos combustíveis veiculares derivados de petróleo. Conforme apresentado por Andrade *et al.* (2009), o Proálcool visava o desenvolvimento das técnicas e aperfeiçoamento dos insumos para a produção de álcool etílico. Na primeira etapa, entre 1975 e 1979, os esforços concentraram-se na produção de álcool etílico anidro para ser acrescentado à gasolina.

Posteriormente, outras ações foram tomadas pelo Estado brasileiro a fim de dar viabilidade ao programa, tais como o alinhamento com a indústria automobilística a fim de que esta pudesse se adequar aos novos patamares energéticos do país.

Os primeiros carros movidos totalmente a álcool etílico hidratado só começaram a circular em 1978, após modificações técnicas nos motores. Porém, em 1973, o preço do petróleo havia saltado de US\$2,91 para US\$12,45, um aumento de 428%, empurrando o governo brasileiro para essa decisão (BARROS, 2007, *apud* ANDRADE *et al.*, 2009, pag. 131 ).

Dessa forma, conforme destacado por Barros (2007), o etanol combustível, como passou a ser chamado posteriormente, tinha nos altos preços da gasolina um decisivo incentivo para a sua produção. Isso foi tão expressivo que em 1985, dos carros fabricados no país, 95,8% eram movidos a álcool.

Contudo o pleno sucesso do Proálcool só teria sido alcançado se fosse compatível com uma política energética nacional isenta de influências externas. Tal afirmação se dá pelo fato de que o que parecia atender perfeitamente a todas as esferas de uma política energética de sucesso, mostrou-se uma simples sustentação à variação de preços do mercado internacional do Petróleo.

De 1986 a 1996 após ter chegado a US\$ 40 o barril, baixou para US\$ 30 servindo de desestímulo ao Proálcool. Desta forma, já não compensavam mais os gastos do governo brasileiro para manter os preços, com subsídios e a garantia da compra dos estoques de álcool pela Petrobras (ANDRADE *et al.*, 2009, p. 133).

Fernandes (2004) observa que, apesar da boa sinalização inicial dos objetivos traçados pelos programas, os mesmos só foram possíveis através do endividamento do governo, em financiamentos a juros baixos de dinheiro oriundo do próprio petróleo. Ademais, com a ocorrência de um segundo choque de preços, em



1979, o aumento dos juros das dívidas em dólar fez com que a economia brasileira entrasse em uma espiral inflacionária, onde somente conseguiu sair com o Plano Real, iniciado no governo de Itamar Franco. Portanto foi somente depois da chamada década perdida<sup>22</sup> que, através do governo de Fernando Henrique Cardoso, a base da matriz energética voltou ao centro do planejamento do Estado.

Porém, ao contrário do que vinha sendo desenvolvido desde a década de 1930, a forte tendência neoliberal do governo de Fernando Henrique Cardoso adotou uma forte estratégia de privatização de várias estatais ligadas a produção e distribuição de energia. De qualquer forma, a privatização se deu sem haver um marco regulatório bem definido e visou o maior retorno para o caixa do governo. A falta de regras claras e de definição das responsabilidades dos atores ocasionou a crise de energia elétrica de 2001. Ademais, houve uma queda de cerca de 20% no crescimento esperado da economia, em uma época onde se aguardava a retomada de um crescimento sustentável (FERNANDES, 2004).

Lamonica e Feijó (2011) destacam que a produtividade industrial se recuperou em relação aos anos 1980, mas a melhoria desta estaria associada à busca pela eficiência organizacional e modernização, sem que isso significasse investimentos expressivos em capital físico. A taxa de investimento da economia situou-se em média em torno de 18,5%, confirmando que a melhoria na produtividade industrial se deu mais por uma estratégia defensiva das empresas do que por uma estratégia de crescimento do Estado.

Almeida *et al.* (2005, *apud* TOLMASQUI e GUERREIRO, 2007) assinala, por sua vez, que o aumento de produtividade decorrente da reestruturação produtiva não contribuiu para que o setor da indústria de transformação liderasse a expansão do PIB. Dessa forma, as análises de Lima & Carvalho (2006, *apud* TOLMASQUI & GUERREIRO, 2007) denotam claramente que a reestruturação produtiva ao longo dos últimos 20 anos foi no sentido de propiciar uma maior especialização da indústria com ganho de peso de alguns setores, principalmente, aqueles intensivos em recursos naturais.

---

<sup>22</sup> A década perdida é uma referência à estagnação econômica vivida pela América Latina durante a década de 1980, quando se verificou uma forte retração da produção industrial e um menor crescimento da economia como um todo. Para a maioria dos países do bloco, a década de 80 figura como sinônimo de crises econômicas, volatilidade de mercados, problemas de solvência externa e baixo crescimento do PIB. Para o Brasil, representou não somente o fim do milagre econômico observado na década de 1970, mas também a descentralização dos esforços do Estado na promoção de iniciativas em prol das políticas energéticas nacionais.

Nesse cenário, a necessidade de se suprir a demanda energética e evitar o risco de novos apagões e racionamentos que assombraram o governo de Fernando Henrique Cardoso, a gestão de Lula intensificou a exploração da potência instalada dos rios da Amazônia brasileira por meio do componente fornecimento de energia elétrica do PAC.

Conforme observado por Barros e Ravena (2011), a prioridade ao setor hidroelétrico passa a ser determinada no Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica (PDE) no período de 2006 a 2015. De acordo com o documento, a fonte hidrelétrica apresenta grande vantagem competitiva no País, já que se trata de um recurso renovável e “com possibilidade de ser implementado pelo parque industrial brasileiro com mais de 90% de bens e serviços nacionais” (BRASIL, 2007, p. 140 *apud* BARROS e RAVENA, 2011). Ademais, o consumo desta energia deverá se concentrar, em maioria, no setor industrial, de acordo com as previsões do Ministério de Minas e Energia (MME) para 2030.

Visto isso, nota-se que as portas para a elaboração de novas oportunidades ligadas ao setor de produção e distribuição de energias renováveis voltam aos poucos a se abrir, possibilitando ao Brasil dar um importante passo na trajetória histórica de sua matriz energética. Contudo, ao contrário dos outros períodos de transição enfrentados por essa matriz, a indústria da energia se firmou como uma das instituições mais poderosas e influentes do mundo, fator que a caracteriza como um complexo arranjo institucional, capaz de influenciar diretamente as diretrizes de reformas estruturais e culturais de um país.

Dessa forma, faz-se necessária uma atuação ainda mais presente por parte do Estado na garantia de que a trajetória histórica da matriz energética brasileira não atenda única e exclusivamente às forças de mercado, mas sim aos desafios e metas traçados em prol tanto do progresso econômico, quanto do desenvolvimento econômico sustentável.

### 3.2 CONFIGURAÇÃO ATUAL DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Tal como já identificado ao longo desse trabalho, as fontes de energia são extremamente importantes para o processo de desenvolvimento econômico de um

país. Políticas energéticas bem estruturadas e conduzidas com presença atuante do Estado figuram como uma das mais relevantes estratégias em prol do desenvolvimento econômico sustentável. Em vista disso, a qualidade e o nível de capacidade das fontes de energia de um determinado país são indicativos de suma importância para identificar quais elementos de sua trajetória favoreceram para o grau de desenvolvimento de sua matriz energética.

No Brasil não é diferente. À medida que o país foi se modernizando e desenvolvendo maior capacidade de produção e distribuição de energia - volume e infraestrutura - tanto para o seu setor produtivo, quanto para o seu consumo local, mais as bases estruturais e institucionais do setor energético brasileiro foram amadurecendo.

Ademais, compreende-se que a matriz energética brasileira depende dos rumos que o desenvolvimento econômico do país vai seguir. A necessidade de uma política energética que reconheça esse fato é fundamental, visto que parte do sistema energético foi privatizado e depende, portanto, de investimentos não governamentais que não ocorrerão a não ser que regras claras sejam estabelecidas sobre as prioridades realmente definidas para o país (GOLDEMBERG & LUCON, 2007).

Em vista disso, entende-se que os históricos desequilíbrios de oferta e demanda de energia no mundo, por sua vez, alertaram as nações, tal como o Brasil, para a forte dependência de seus sistemas produtivos a fontes de energias com alto grau de monopólio. Dessa forma, mais do que alçar novos mecanismos para vencer as barreiras impostas pela concentração do mercado, as nações passaram a desenvolver políticas energéticas que tivessem objetivos claros e que pudessem auxiliar no amadurecimento de suas matrizes energéticas.

Não obstante a esses desafios, o Estado brasileiro também reestruturou a sua base de política energética e elencou, tais como destacado por Guerreiro (2011), os principais pilares e objetivos da política energética brasileira na atualidade:

- I. Segurança Energética: Baseada em fontes próprias de geração e distribuição de energia.
- II. Modicidade Tarifária: Aborda a contexto de competitividade das fontes de energia frente o mercado instaurado.

- III. Redução de Gases do Efeito Estufa (GEE): Fortalecimento de fontes que tenham baixa emissão de gases nocivos e que não comprometam a sustentabilidade ambiental.

Dessa forma, a fim de garantir que os objetivos das políticas energéticas fossem atendidos, o Estado brasileiro se posicionou frente às dificuldades e teve atuação central na trajetória histórica da matriz energética brasileira. Entretanto, diversas trajetórias das matrizes energéticas ao longo da história<sup>23</sup> contemplam um arcabouço de conhecimento tácito que alertam para a importância de se constituir estratégias alinhadas a políticas energéticas vão além do simples progresso econômico a todo custo. Conforme apontado por Abramovay (2013), determinar a exata medida da oferta energética pelas próximas décadas para um país em crescimento, sem que isso represente um grande prejuízo ambiental, exige redefinição de critérios de elegibilidade de fontes. Tais critérios vão além dos méritos econômicos ou políticos.

Dessa forma, baseando-se nos principais objetivos das políticas energéticas traçados por Guerreiro (2011), busca-se traçar um diagnóstico da matriz energética brasileira, identificando suas virtudes e desafios frente aos desafios e oportunidades discutidos ao longo do trabalho.

Como base nessa análise, usaremos um material de extrema relevância para o acompanhamento da discussão sobre a evolução da matriz energética brasileira: O Balanço Energético Nacional (BEN). Esse material é publicado

---

<sup>23</sup> Como já identificamos ao longo do trabalho, a construção de uma matriz energética que contemple a maximização das vantagens comparativas frente às mais influentes forças tanto de mercado como da agenda política internacional da atualidade não é tarefa fácil. Nesse aspecto, podemos identificar que, tal como o Brasil sofrera com algumas crises energéticas ao longo de sua trajetória, em especial ao longo do século XX, vários países enfrentam ainda hoje dificuldades semelhantes. Segundo dados do Fundo Monetário Internacional (FMI), datados de 2008 e divulgados em artigo na Agência Angola Press (ANGOP) em 2009, 550 milhões de Africanos, ou seja, 75% da população do continente, não têm acesso à eletricidade. Numa análise sobre o setor energético a revista *"Afrique Renouveau"* relata as explicações dadas por um responsável do Banco Africano de Desenvolvimento (BAD), onde a atribuição das causas está centrada principalmente a má manutenção das poucas redes de distribuição de energia, tal como o baixo investimento nas indústrias ligadas ao setor. Com a China o cenário não é diferente. Segundo reportagem da *"Textil e Industry"* de 2011, estimativas mostram que se o consumo de petróleo no país asiático continuar crescendo nas taxas atuais, em 2030 os chineses sozinhos podem chegar a consumir mais do que todo o óleo fóssil produzido hoje no mundo. Ademais, a agência de notícias oficial *"Xinhua"* resumiu a situação chinesa da seguinte maneira: "A demanda deverá exceder a oferta em 40 gigawatts este ano (2011), se a seca persistir, vai atingir para 50 gigawatts em 2012." O impacto das previsões se fez realmente sentir no setor industrial chinês, visto que algumas fábricas cortaram totalmente a sua produção devido à falta de energia.

anualmente pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e, conforme destacado por Bicalho (2013), busca apresentar os resultados relativos à oferta e o consumo de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários<sup>24</sup>, sua transformação em formas secundárias, a importação e exportação, a distribuição e o uso final da energia por setor consumidor.

### 3.2.1.1 A segurança da matriz energética brasileira

Conforme apontado por Kalicki e Goldwyn (2005), a segurança energética se caracteriza pela ampla provisão de petróleo e gás a preços acessíveis de fornecedores confiáveis e diversificados e uma infraestrutura adequada para entregar esse suprimento ao mercado. Contudo, compreendendo a discussão realizada até aqui, entende-se que a análise de supremacia e segurança energética detém características conjunturais que ultrapassam as fronteiras clássicas da lei de mercado, onde a oscilação de preços seria fator determinante para a desestabilização da ordem energética internacional.

Dalgaard (2009) expõe que é possível separar os objetivos de países exportadores e importadores. Os primeiros, a exemplo do caso brasileiro, procuram por garantir a segurança da demanda, acesso seguro aos mercados externos e consumidores para justificar futuros investimentos e proteger suas receitas nacionais uma vez que o setor energético nestes Estados é responsável por grande parte do crescimento econômico. Enquanto que os importadores buscam sua segurança de oferta, confiança e disponibilidade de recursos energéticos a preços acessíveis a fim

---

<sup>24</sup> No BEN, as fontes primárias são as seguintes: Petróleo, Gás Natural, Carvão Vapor, Carvão Metalúrgico, Urânio (U3o8), Energia Hidráulica, Lenha e Produtos da Cana (Melaço, Caldo-de-Cana e Bagaço) e outras fontes primárias (Resíduos Vegetais e Industriais para Geração de Vapor, Calor, energia solar, eólica e Outros). Já as fontes secundárias são as seguintes: Óleo Diesel, Óleo Combustível, Gasolina (Automotiva e de Aviação), GLP, Nafta, Querosene (Iluminante e de Aviação), Gás (de Cidade e de Coqueria), Coque de Carvão Mineral, Urânio Contido no UO2 dos Elementos Combustíveis, Eletricidade, Carvão Vegetal, Álcool Etílico, (Anidro e Hidratado) e Outras Secundárias de Petróleo (Gás de Refinaria, Coque e Outros). Além disso, são consideradas como fontes secundárias os Derivados de Petróleo que, mesmo tendo significativo conteúdo energético, são utilizados para outros fins (Graxas, Lubrificantes, Parafinas, Asfaltos, Solventes e Outros) e o Alcatrão obtido na transformação do Carvão Metalúrgico em Coque. (BICALHO, 2013)

de manter suas economias funcionando, suas populações alimentadas e suas fronteiras protegidas.

Como desenvolvido por Tolmasqui e Guerreiro (2007), o setor energético brasileiro não pode prescindir de um processo de conhecimento contínuo, sistematizado e dinâmico em face dos desafios de criar condições para a rápida expansão de oferta que se mostra crescente.

A implantação de um processo de diversificação da matriz energética se mostra fundamental no posicionamento estratégico perante o panorama energético mundial, desenhando-se não só como uma ferramenta de segurança energética privada, como também uma forte diretriz de influência política e econômica. Dessa forma, podemos analisar o perfil da matriz energética brasileira no que diz respeito à distribuição histórica da produção e distribuição global de energia baseadas em fontes próprias.

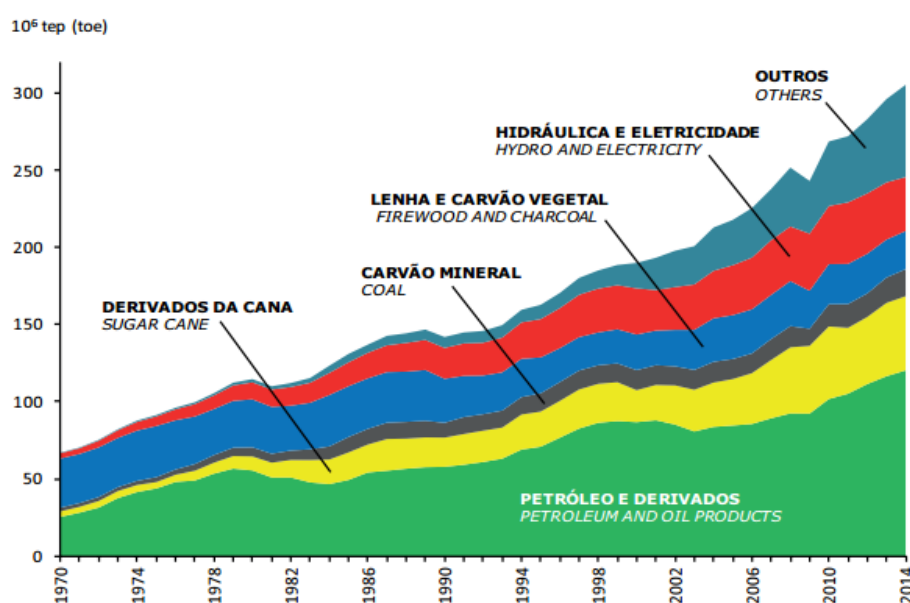
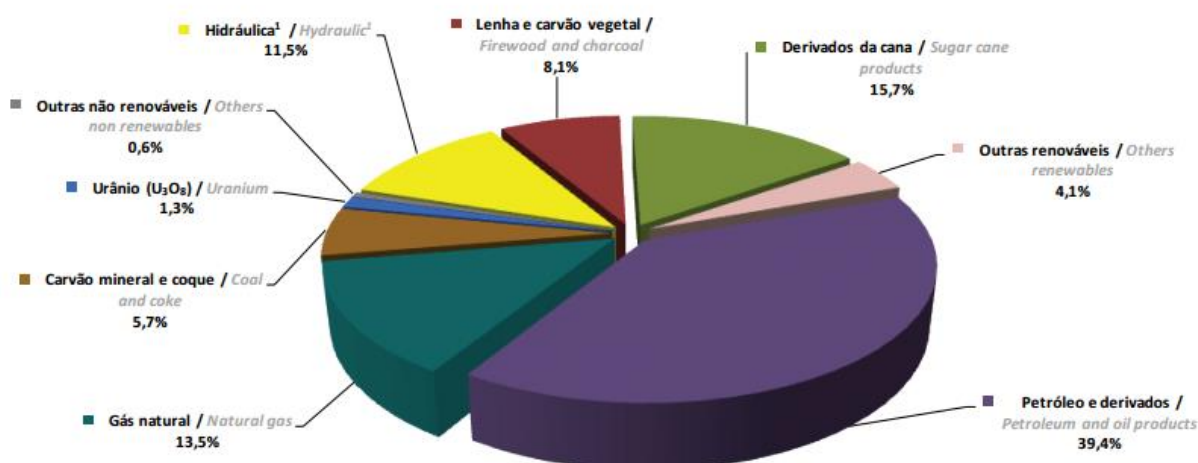


GRÁFICO 01 - OFERTA INTERNA DE ENERGIA PRIMARIA NO BRASIL (1970-2014).  
FONTE: EPE (2015, p.21).

No que diz respeito ao fluxo de oferta global da matriz energética brasileira, podemos identificar que nos últimos 45 anos alguns setores obtiveram evolução no que diz respeito à produção e oferta de energia, como por exemplo, as energias provenientes dos derivados de cana e das fontes hidráulica e elétrica. Por outro lado, fontes como a lenha e o carvão vegetal tiveram gradual redução em sua oferta proporcional, sendo essa de menor impacto em suas próprias estruturas.

Apesar disso, podemos identificar que, apesar do aumento de diversificação da oferta proveniente da matriz energética brasileira, o setor de petróleo e seus derivados obteve a maior evolução proporcional no fornecimento global de energia. Abramovay (2013) discorre que a esmagadora maioria dos investimentos brasileiros em inovação na área de energia concentra-se no petróleo ou na instalação de unidades de produção daquilo que já está totalmente amadurecido, as hidrelétricas. Dessa forma, podemos compreender de forma mais clara que os reflexos de investimentos históricos refletem no atual perfil da demanda energética brasileira.

Partindo da premissa de dinamicidade da matriz energética a partir do número de fontes provedoras de energia, podemos identificar que o Brasil encontra-se com um considerável leque de fontes. Apesar de 95,3% da oferta interna de energia estar distribuída em oito fontes distintas, ainda há grande concentração em combustíveis fósseis 58,7%, em especial em petróleo e derivados, com aproximadamente 39,4%.



<sup>1</sup> Inclui importação de eletricidade oriunda de fonte hidráulica. 1 kWh = 860 kcal (equivalente térmico teórico - primeiro princípio da termodinâmica).

GRÁFICO 02 - DISTRIBUIÇÃO PROPORCIONAL DA OFERTA DE ENERGIA NO BRASIL (2014).  
FONTE: EPE (2015, p. 24).

Tal fator volta ao contraponto dado aos argumentos de Kalicki e Goldwyn (2005), uma vez que o amadurecimento da segurança energética de uma matriz provedora de energia primária demanda características que atuem como blindagem a variações de mercado.

Entretanto, as históricas oscilações de preços no mercado internacional de petróleo figuram como clara ameaça frente a esse perfil conjuntural. Tal análise pode ser feita tanto sob a ótica do suprimento do consumo local de energia, livrando-

se da dependência de importação de tal fonte, como também do investimento público ou privado na exportação da mesma.

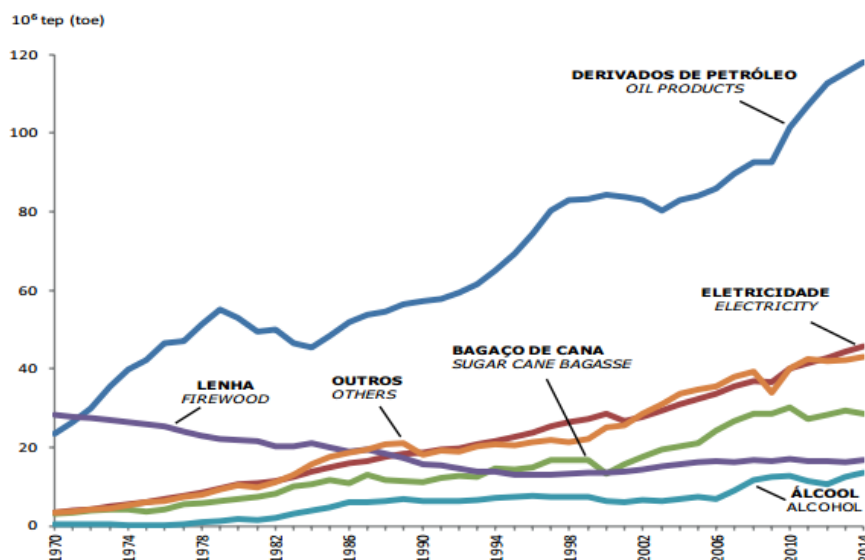


GRÁFICO 03 - CONSUMO FINAL DE ENERGIA POR FONTE NO BRASIL (1970-2014).  
FONTE: EPE (2015, p. 26).

Ao analisarmos os dados (GRÁFICO 03) podemos dizer que, no caso do petróleo em particular, observa-se que o Brasil passa grande parte da história recente de sua matriz energética com o petróleo como principal base de consumo energético.

Contudo, mesmo que a produção do mesmo também tenha sido identificada como principal fonte de oferta primária (GRÁFICO 01), o país acompanhou níveis históricos de déficit operacional na produção e consumo dessa fonte energética, expondo-se as fortes crises internacionais de produção e abastecimento, já citadas anteriormente.

Nesse contexto, o Estado iniciou diversas iniciativas para blindar o grande efeito que qualquer crise de preços e/ou abastecimento pudesse ter sobre a matriz energética nacional, as quais serão destacadas mais adiante.

Visto isso, ao analisarmos a relação entre consumo e produção de petróleo, podemos pressupor que os investimentos citados por Abramovay (2013) geraram efeito no que diz respeito às pesquisas direcionais ao setor de petróleo nos últimos



anos e tornaram o Brasil, a partir de 2006, autossuficiente na produção e consumo dessa fonte energética.<sup>25</sup>

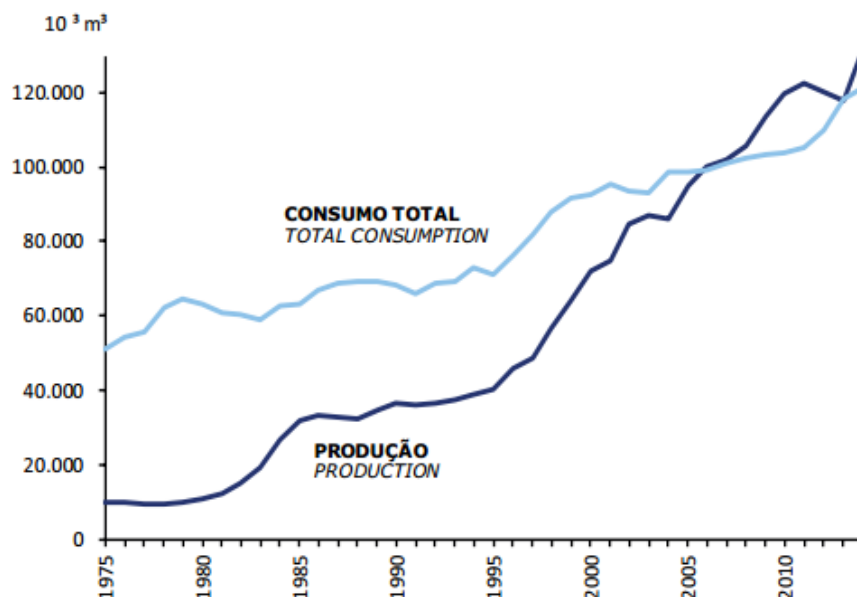


GRÁFICO 04 - PRODUÇÃO E CONSUMO DE PETRÓLEO NO BRASIL (1975-2014).  
FONTE: EPE (2015, p. 44).

Contudo, ainda que haja uma considerável diferença entre a produção da fonte energética em espécie e necessidade de refino da mesma<sup>26</sup>, observa-se que o consumo total da fonte energética voltou a acompanhar uma tendência de alta, ultrapassando novamente os níveis de produção, fato este que não teve muitos holofotes pela mídia como quando o país se tornou independente em 2006.

Dessa forma, podemos identificar (TABELA 01) que quando buscamos analisar a produção do petróleo cru, o Brasil se destaca, ainda que sob certa falta de regularidade, frente às décadas antecedentes. Porém, é de suma importância destacar que apesar dos investimentos na captação de petróleo em águas profundas, ainda se faz necessário o amadurecimento da estrutura produtiva dessa fonte energética. Tal necessidade se dá uma vez que o consumo final dessa base

<sup>25</sup> Em abril de 2006 a agência Reuters divulgou matéria que colocava o Brasil como o mais novo país independente em petróleo, notícia com motivos de sobra para comemorar, visto que a maioria do mundo busca novas fontes de energia e o petróleo batia sucessivos recordes de preço. Segundo a reportagem, a plataforma P-50 iria adicionar 180.000 barris de petróleo por dia (bpd) à produção de cerca de 1,76 milhões de bpd, garantindo produção constante maior que 1,8 milhões de bpd.

<sup>26</sup> Conforme referenciado pela Petrobras (2015), a produção de derivados a partir do petróleo envolve, basicamente, três processos principais: a) Destilação (processo de separação dos derivados através de altas temperaturas b) Conversão, (o processo que transforma as partes mais pesadas e de menor valor do petróleo em moléculas menores, dando origem a derivados mais nobres e c) remoção do enxofre, voltados para adequar os derivados à qualidade exigida pelo mercado.

energética só pode ser considerado através dos chamados “derivados de petróleo”, os quais são produzidos através da sua transformação, identificada no processo produtivo como o “refino do petróleo”.

TABELA 01 - PRODUÇÃO, IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E CONSUMO DE PETRÓLEO NO BRASIL (2005-2014).

10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>

FLUXO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
PRODUÇÃO <sup>1</sup>	34.997	100.241	101.755	105.618	113.519	119.595	122.445	120.244	117.711	131.129
IMPORTAÇÃO <sup>2</sup>	19.916	19.421	24.120	22.122	21.762	19.659	19.258	20.017	22.891	20.317
EXPORTAÇÃO	-15.930	-21.357	-24.454	-25.138	-30.503	-36.645	-35.080	-30.951	-23.046	-30.112
VARIAÇÃO DE ESTOQUES, PERDAS E AJUSTES <sup>3</sup>	-156	804	-363	-171	-1.397	1.104	-1.408	630	561	-326
CONSUMO TOTAL	98.827	99.109	101.058	102.431	103.381	103.712	105.215	109.940	118.117	121.008
TRANSFORMAÇÃO <sup>3</sup>	98.827	99.109	101.058	102.431	103.381	103.712	105.215	109.940	118.117	121.008

<sup>1</sup> Não inclui Líquidos de Gás Natural. /

<sup>2</sup> Inclui condensados de Nafta e LGN importado. /

<sup>3</sup> A partir de 2009 os estoques de petróleo e seus derivados são dados informados (anteriormente eram estimados).

FONTE: EPE (2015, p. 44).

Dessa forma, nota-se que apesar de o Brasil ter se posicionado como grande provedor dessa matéria prima e equilibrado, em termos globais, a produção e consumo dessa fonte energética, ainda carece em garantir a segurança dessa matriz, visto que a parte que demanda transformação da mesma ainda não figura como “autossuficiente” <sup>27</sup>.

No que diz respeito ao fluxo energético brasileiro (GRÁFICO 05), podemos identificar que há grande concentração de oferta de petróleo e seus derivados (39,4%) e de produtos de cana (15,7%). Já na esfera da demanda, a concentração do consumo total de energia, tal como já identificado nos capítulos anteriores, se da em quatro principais setores da economia, o setor industrial (28,6%), o setor de transportes, com (28,2%), o próprio setor de geração de energia (9,9%) e o setor residencial (8,1%).

<sup>27</sup> Segundo dados divulgados pela Petrobras (2015), nos últimos cinco anos foram colocados em operação 60 novas unidades nas refinarias existentes. Desde 2012, entraram em operação 22 unidades. Atualmente, outras oito unidades estão em construção. Essas unidades são, em sua maioria, Unidades de Hidrotratamento (UHDT), de Hidrossulfurização (UHDS), de Geração de Hidrogênio (UGH), de Recuperação de Enxofre (URE) e de Tratamento de Águas Ácidas (UTAA) e possibilitam a produção de Diesel S-10 e Gasolina S-50, combustíveis de alta qualidade, com mais baixo teor de enxofre e que possibilitam a redução de emissões veiculares.

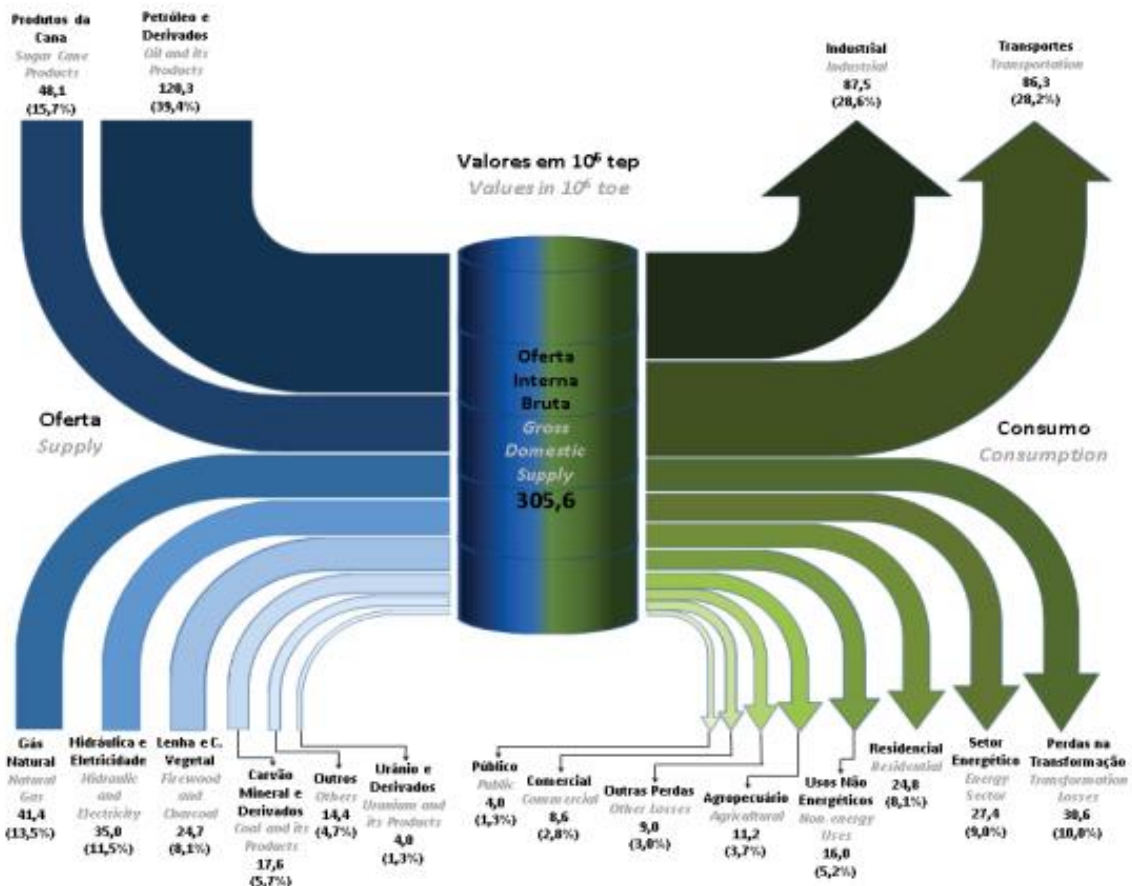


GRÁFICO 05 - FLUXO ENERGÉTICO DO BRASIL (2014).  
FONTE: EPE (2015, p. 39).

Outro fator importante a se analisar quando se trata de segurança energética é o grau de “sustentabilidade” energética dessas fontes, caracterizada pelo balanço energético de cada fonte produtora de energia. Nesse aspecto o termo sustentabilidade não está ligado à geração de externalidades ao meio ambiente, como por exemplo, o grau de emissões de GEE, mas sim, conforme citado por Von der Weid (2009), a relação entre energia investida na produção e a energia contida em cada fonte produtora.

Podemos identificar que um dos maiores hiatos encontrados entre a produção e o consumo de energia no Brasil está ligado diretamente aos níveis de perda de energia, sejam esses em conversão ou até mesmo em outras perdas, como por exemplo, falhas nos mecanismos de transmissão. Tal hiato representa hoje cerca de 13% do total de energia consumida, a qual, além do custo de produção, tem notáveis custos de oportunidade, uma vez que poderiam ser direcionadas a qualquer agente final de consumo, otimizando processos produtivos ou até mesmo retroalimentando o próprio setor energético.

Por fim, podemos analisar também a série história de dependência externa de energia do Brasil, tanto por setor como de forma global, identificando quais foram as principais fontes de energia que apresentam insuficiência de produção e abastecimento local em termos absolutos e percentuais.

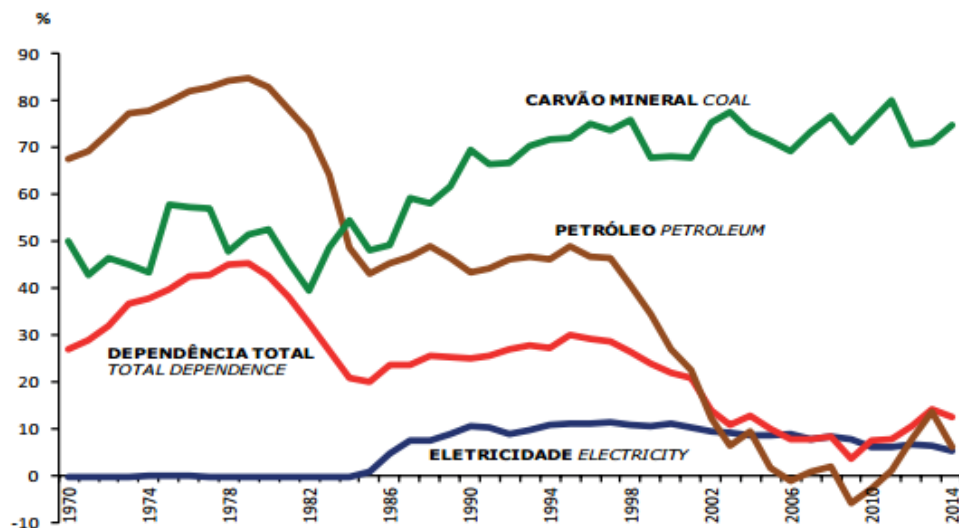


GRÁFICO 06 - DEPENDÊNCIA EXTERNA DE ENERGIA NO BRASIL POR FONTE (1970-2014).  
FONTE: EPE (2015, p. 33).

Considerando os dados apresentados (GRÁFICO 06), observa-se que ao longo dos últimos 45 anos a fonte energética que apresentou maior queda proporcional na demanda externa foi o petróleo. Esse resultado pode ser explicado, por exemplo, pelas discussões anteriores acerca dos investimentos em pesquisas de exploração, citados por Abramovay (2013), tal como pelas iniciativas do Estado para barrar as crises internacionais de produção e abastecimento de petróleo e seus derivados.

É importante salientar, contudo, que, tal como abordado nos dados (GRÁFICO 04), a redução da dependência externa do petróleo diz respeito apenas ao petróleo cru. Dessa forma, a chamada autossuficiência atingida em meados dos anos 2000 atende única e exclusivamente a extração da matéria-prima, sendo que o processo de refino da mesma ainda figura como insuficiente para atender ao mercado interno brasileiro.

Ademais, apesar de o carvão mineral ainda representar grande proporção na demanda externa por energia, sua pequena participação no consumo total<sup>28</sup> não tem

<sup>28</sup> Segundo dados emitidos no próprio BEN (2015), o consumo total de carvão mineral em 2014 alcançou o valor de 1,4% do total de consumo final por fonte.

grandes impactos sobre o índice que demanda maior atenção: a dependência total de energia externa.

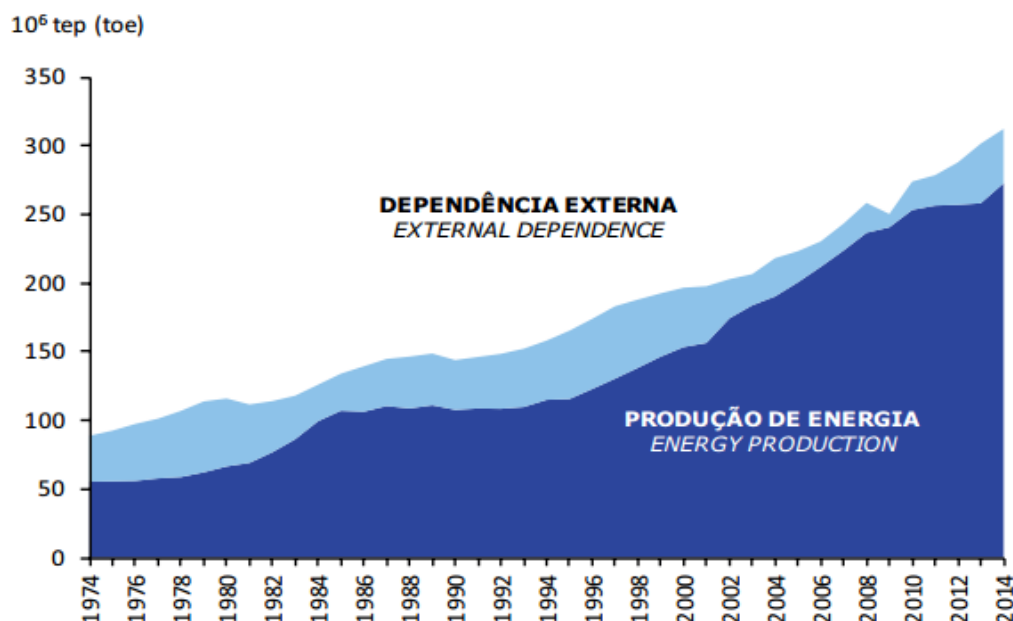


GRÁFICO 07 - DEPENDÊNCIA EXTERNA DE ENERGIA GLOBAL NO BRASIL (1974-2014).  
FONTE: EPE (2015, p.102).

Esta, por sua vez, apresentou redução significativa ao longo do período analisado e pode ser compreendida em termos globais através dos resultados expostos (GRÁFICO 07)<sup>29</sup>, onde se observa que, principalmente a partir da transição entre o final da década de 90 e o início dos anos 2000, houve um aumento vertiginoso da produção energética nacional, a qual atendeu uma proporção maior da também crescente demanda energética.

### 3.2.1.2 A competitividade tarifária da matriz energética brasileira

Tal como identificamos nos capítulos anteriores, a atuação do Estado é de suma importância na promoção de cenários que estimulem o desenvolvimento de redes produtivas coligadas e que fomentem o desenvolvimento econômico. Na trajetória histórica da matriz energética brasileira, por exemplo, a promoção de

<sup>29</sup> Ainda segundo dados emitidos no próprio BEN (2015), a demanda externa global por energia alcançou o patamar de 39 39.606 10<sup>3</sup> TEP, valor que representa 12,7 % da demanda global por energia em 2014.

novas indústrias e fontes de produção e distribuição de energia demandou atuação e planejamento por conta do Estado, mesmo que nem sempre alinhada aos objetivos primordiais das políticas energéticas do mesmo.

Contudo, a maioria dos projetos ligados à construção de indústrias geradoras de energia requerem altíssimos investimentos de capital e baixo custo de manutenção, configurando então um escopo com investimento em capital fixo elevado e investimento em capital variável, proporcionalmente reduzido. Nesse cenário, a eficiência energética, a produtividade e a competitividade de qualquer fonte geradora de energia, operam como fatores de grande relevância para que essa possa ser incorporada à matriz energética de forma gradual, garantindo tanto a sustentabilidade doméstica, quanto os objetivos da política energética.

Conforme abordado por Abílio *et al.* (2010), a composição do cálculo de investimento e custo de energia leva em conta diversos fatores, como a produção anual estimada, as taxas de juros, os custos de construção, de manutenção, de localização e os riscos de queda e perda. Dessa forma, faz-se necessária uma análise conjuntural quanto ao “custo energético brasileiro”, a fim de identificar as lacunas que demandam atuação do Estado no contexto histórico da competitividade tarifária da matriz energética brasileira frente ao globalizado mercado de energia.

Tomando-se como base o período de maior expressão de estruturação da matriz energética brasileira, dado nos itens anteriores com o início da Era Vargas, identificamos que houve forte investimento do Estado na estruturação da matriz energética brasileira, quando entre 1940 e 1960, o mesmo direcionou às mãos de empresas estatais grande parte da produção e distribuição de eletricidade, petróleo e gás.

Goldemberg (2007) assinala que após a época do “milagre econômico”, ocorrida entre 1960 e 1980, ocorreu no Brasil uma forte desaceleração nos crescimentos do PIB, da produção de energia primária e do consumo de eletricidade. Contudo, segundo o mesmo pesquisador, o modelo pautado na produção e distribuição de energia por conta de empresas ligadas ao Estado funcionou bem até meados da década de 1980, mantendo baixos os custos da energia e promovendo com isso o desenvolvimento econômico.

A crítica feita por Goldemberg (2007) denota ainda que apesar do período ter estabelecido grandes empresas nas áreas de eletricidade, petróleo e gás (Eletrobras

e Petrobras), tais medidas criaram também sérios problemas para o cenário energético brasileiro,

- I. Tarifas artificialmente baixas para eletricidade, como aliás foi feito com quase todas as tarifas de serviços públicos pelo governo federal num esforço de controlar a crescente inflação da época;
- II. O uso político das empresas de produção e distribuição de gás e eletricidade envolvendo gerenciamento ineficaz;
- III. A construção de inúmeras usinas hidrelétricas para obter benefícios políticos sem os recursos necessários para completá-los, o que garantiria um mínimo de retorno econômico.

Entretanto, conforme assinalado por Goldemberg (2007) e identificado pelo contexto histórico da trajetória econômica e social do Estado brasileiro, nos últimos trinta anos o aumento da produção de energia primária no Brasil tem acompanhado não apenas o crescimento do PIB, mas também o consumo de eletricidade, que tem aumentado devido a projetos de ampla eletrificação crescente do país e da instalação de indústrias eletro intensivas, como por exemplo, as de alumínio.

Não obstante, identifica-se que o amadurecimento histórico da matriz energética brasileira, pautada no fortalecimento de bases estatais e no frágil arcabouço político e institucional do setor caracterizou uma formação que sofrera influências diretas, a exemplo de Shishito (2009), de barreiras criadas quando se viam confrontados os interesses públicos e interesses dos grupos privados privilegiados, os chamados “parasitas” do Estado. Nesse contexto, ao longo da década de 1990, em especial no governo FHC, foi promovida a desestatização parcial do sistema energético brasileiro, procedimento adotado anteriormente pelos países da Europa Ocidental.

Tal processo contou com algumas reformas<sup>30</sup>, identificadas por Goldemberg (2007) como:

---

<sup>30</sup> Tradicionalmente, as projeções do governo tratam o setor do petróleo de forma independente do setor de eletricidade, mas essa tradição está sendo rompida pelo fato de que o gás produzido ou importado pela Petrobras é um insumo importante não só para usos residenciais industriais e veiculares (em que combustíveis líquidos são dominantes), mas também para a produção de eletricidade. (GOLDEMBERG, 2007. p.11)

- I. A desverticalização da produção, geração, transmissão e distribuição de energia.
- II. A introdução de competição na produção, geração, transmissão e distribuição de energia, bem como o livre acesso às redes.
- III. A adoção de agências reguladoras independentes<sup>31</sup> e a privatização das empresas públicas.

Tais fatores contribuíram para a formação de um complexo arcabouço institucional no mercado energético brasileiro, o qual é denunciado frequentemente por atuar sob forte atuação de lobbies e, principalmente, com a prática de preços administrados. Dessa forma, tomando-se como base o fluxo de capitais em busca de rentabilidade, denota-se que a fraca atuação do Estado abre portas para que se crie um cenário desfavorável não somente ao investimento em novas fontes energéticas, mas também à concorrência das fontes já existentes<sup>32</sup>.

Conforme apontado por Barrionuevo (2015), a teoria econômica convencionalmente considera adequada a intervenção estatal para a fixação de preços quando existem "falhas de mercado" que permitem um aumento do bem-estar econômico via intervenção estatal para minimizá-las. Entretanto, este afastamento é a situação normal nas economias realmente existentes, onde os agentes econômicos têm racionalidade limitada, a informação é assimétrica e os mercados apresentam características oligopolistas ou até monopolistas, contratos e direitos de propriedade são incompletos, etc. Assim, a propriedade de haver a intervenção, ou não, depende, além da avaliação da gravidade das "falhas de mercado" existentes, da ideologia dos governantes em exercício.

Quadros e Braz (2015) discorrem que a postergação de aumentos preços forçada pelo Estado brasileiro, como o do preço da gasolina, ou a redução talvez

---

<sup>31</sup> Segundo Goldemberg (2007, p.11), o sistema regulatório brasileiro, com a Agência Nacional de Petróleo (ANP) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), se tornou pouco realista, e, a rigor, as duas agências deveriam ser substituídas por um órgão regulador único da área de energia como um todo.

<sup>32</sup> Dados do Boletim Macro IBRE-FGV (2015) mostram que desde 2006, os preços administrados vêm registrando elevações inferiores às do IPCA. A política de contenção do preço da gasolina, adotada há quase uma década, é o marco zero da inflexão da trajetória deste grupo. Em 2013, a redução do custo da conta de luz em cerca de 20% afastaram ainda mais os administrados do curso seguido pela maioria dos preços. A alta registrada por esse conjunto de itens em 2013, foi de apenas 1,54%, foi decisiva para que a inflação terminasse o ano abaixo do teto da meta.



excessiva, como a da tarifa de energia elétrica, ainda que proporcionem alívio temporário ao avanço da inflação, mostram-se crescentemente contraproducentes. De um lado, geram desequilíbrios financeiros profundos, que restringem a capacidade de investimento desses setores e, de outro, alimentam expectativas de choques corretivos futuros.

Dessa forma, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os preços administrados correspondem hoje a aproximadamente 23,26% da composição do Índice de Preços ao Consumidor (IPCA), principal referencial do mercado financeiro nacional para acompanhamento da inflação no Brasil.

TABELA 02 - PROPORÇÃO DE ITENS COM PREÇOS ADMINISTRADOS FRENTE O IPCA (2014).

IPCA	100%
Taxa de água e esgoto	1,55%
Gás de botijão	1,09%
Gás encanado	0,08%
Energia elétrica residencial	2,67%
Ônibus urbano	2,63%
Táxi	0,38%
Trem	0,06%
Ônibus intermunicipal	0,72%
Ônibus interestadual	0,24%
Metrô	0,07%
Transporte hidroviário	0,01%
Emplacamento e licença	0,99%
Pedágio	0,12%
Gasolina	3,86%
Óleo diesel	0,13%
Gás veicular	0,11%
Produtos farmacêuticos	3,48%
Plano de saúde	3,14%
Jogos de azar	0,38%
Correio	0,01%
Telefone fixo	1,37%
Telefone público	0,12%
Total de Preços Administrados	23,26%

FONTE: IBGE (2015)

Ademais, faz-se importante destacar que, dentre o conjunto de bens e serviços que foram listados (TABELA 02) e que circulam sob a intervenção dos preços administrados, aproximadamente 52% tem relação direta com a matriz energética nacional, totalizando uma relação direta de 12,05% de produtos ligados a matriz energética nacional e que estão sob ação de preços administrados pelo Estado, sendo estes ligados a diversos setores, tais como listados na Tabela 03.

TABELA 03 - PROPORÇÃO DE ITENS COM PREÇOS ADMINISTRADOS NA MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL FRENTE O IPCA (2014).

IPCA	100%
Relação Direta com a Matriz Energética	12,05%
Gás de botijão	1,09%
Gás encanado	0,08%
Energia elétrica residencial	2,67%
Ônibus urbano	2,63%
Táxi	0,38%
Trem	0,06%
Ônibus intermunicipal	0,72%
Ônibus interestadual	0,24%
Metrô	0,07%
Transporte hidroviário	0,01%
Gasolina	3,86%
Óleo diesel	0,13%
Gás veicular	0,11%

FONTE: IBGE (2015)

Nesse cenário, podemos identificar que, tal como apontado por Barrionuevo (2005) e Quadros e Braz (2014), a competitividade tarifária da matriz energética brasileira busca, antes do fortalecimento dos setores frente aos desafios empenhados pelos objetivos da política energética nacional, uma manutenção gradual do IPCA.

Barrionuevo (2005) destaca que, em relação aos preços de energia elétrica e derivados de petróleo, listados como fontes de consumo e oferta de energia no Brasil, existe hipótese da existência de preços reprimidos, também neste caso haveria que se questionar e avaliar os possíveis ajustes de preços como mera elevação em relação a patamares de preços passados. Dessa forma, a fim de garantir uma correção de preços que vise dar competitividade à matriz energética nacional, devem ser considerados os seguintes fatores:

- I. Os mercados de energia são interligados, ou seja, para as empresas, o que interessa no longo prazo é a relação TOE/US\$ de cada insumo energético.

Assim, gás natural, energia elétrica, óleo combustível e carvão são considerados bens substitutos.

- II. Há uma revolução energética em curso com a exploração do gás de xisto com *fracking* (embora existam dúvidas sobre o seu alcance e impactos ambientais). Dessa forma, o mercado segue atento para uma possível reposição de alta concentração energética e que pode desestabilizar os polos de poder produtivo.
- III. A Petrobras continua sendo um monopolista de fato, com integração vertical, ou seja, domina toda a infraestrutura de dutos e portuária para importação de gás e derivados de petróleo.
- IV. A Agência Nacional do Petróleo (ANP) tem fraco poder político frente a Petrobras, o que dificulta a construção de novas rotas e aumenta ainda mais a demora nas licenças para exploração de novas fontes energia, até mesmo a de gás (inclusive de xisto).

Por fim, identifica-se que a atual competitividade tarifária da matriz energética brasileira reflete, antes mesmo dos influentes desafios contemporâneos, as fragilidades de sua formação. Oriunda em sua grande maioria de empresas com controle estatal, o setor energético brasileiro passou a atuar, conforme identificado por Quadros e Braz (2014), sobre ação de preços administrados.

Essa realidade denota que, ao invés dos preços administrados garantirem a competição em mercados onde a tendência seria o monopólio, como no caso da energia, ela falha em manter a liberdade de entrada e a garantia de interoperabilidade do sistema, uma vez que suas diretrizes de ação apontam para um norte onde buscam atender às políticas de demanda energética, mas que historicamente são usados como ferramentas políticas, a exemplo do controle do IPCA.

Assim, Barrionuevo (2005) aponta que embora exista uma necessidade de recompor o equilíbrio econômico-financeiro das principais empresas do setor energético brasileiro, tal como a Petrobras, haveria de se pensar a recomposição dos preços relativos dos insumos energéticos em função da necessidade da competitividade da economia brasileira. Nesse sentido, descentralizar as licenças para a exploração, além de separar funcionalmente a operação da infraestrutura, por

exemplo, são fatores essenciais para atingir e manter o equilíbrio macroeconômico e a competitividade da matriz energética brasileira.

### 3.2.1.3 A sustentabilidade ambiental da matriz energética brasileira

Um diagnóstico a respeito do grau de sustentabilidade ambiental da matriz energética brasileira não pode deixar de levar em consideração o terceiro objetivo da política energética nacional, já denotado por Guerreiro (2011) pelo fortalecimento de fontes que tenham baixa emissão de gases nocivos e que não comprometam a sustentabilidade ambiental do sistema de geração e distribuição de energia. Este objetivo, por sua vez, está diretamente ligado a uma meta que, senão a única, é compartilhada por todos os agentes atuantes no setor energético: O Desenvolvimento Econômico Sustentável.

Contudo, tal como abordado por Sachs (2009), a ameaça advinda das mudanças climáticas deletérias e irreversíveis alertam para a necessidade de uma grande transição no paradigma energético mundial, o qual deve atender não apenas a mudança da sua base primária, mas também caracterizar um ambiente propício à adoção de um perfil de demanda mais sóbrio e de um esforço ingente em matéria de eficiência energética.

O Brasil, por sua vez, ocupa posição de destaque quanto ao emprego de políticas ligadas ao fomento de fontes de energias renováveis (ABRAMOVAY, 2013). Seja por políticas de governo ou de Estado, o país, conforme podemos observar (GRÁFICO 08), ainda figura em posição de destaque quanto a sua estrutura de oferta interna de energia baseada em fontes renováveis.

O destaque do Brasil em relação à média mundial explica-se, basicamente, pelo emprego do potencial hidrelétrico e dos combustíveis oriundos da biomassa no país, com a adoção de políticas públicas ainda em um período em que o debate ambiental não tinha adquirido a importância e dimensão atual.

Em vista disso, faz-se necessário destacar que o aumento de consumo energético no Brasil deva se basear não apenas em uma matriz energética que tenha como referência uma base renovável, mas sim em uma matriz energética de base renovável, com alta eficiência energética, baixa emissão de GEE e que se seja

capaz de manter seus indicadores de sustentabilidade alinhados às políticas energéticas elaboradas pelo Estado.

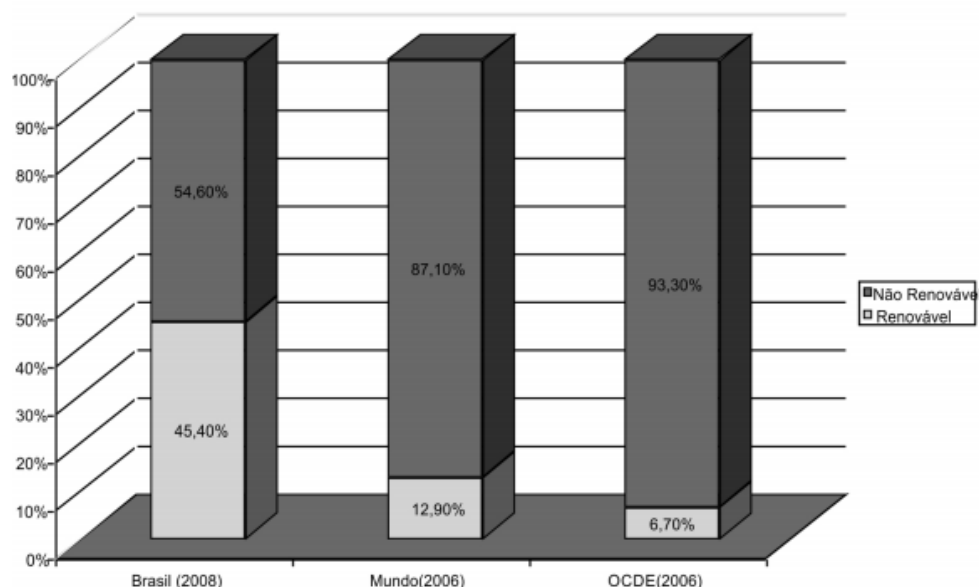


GRÁFICO 08 - OFERTA INTERNA DE ENERGIA. BRASIL, OCDE E MUNDO.  
FONTE: ANDRADE & MATTEI (2013, p. 14).

“Todavia, essa maior participação da energia renovável não é um garantidor per se que o Brasil não precise se preocupar com alguns critérios de sustentabilidade envolvendo o consumo e a produção de energias”. (ANDRADE & MATTEI 2013, p. 15).

Ainda que a consolidação das energias renováveis no Brasil tenha ocorrido à margem da preocupação ambiental, esta participação acabou conduzindo o país a uma situação de destaque no cenário mundial no que diz respeito ao emprego de energias limpas na matriz energética. Em vista disso, conforme fora apresentado por Andrade e Mattei (2013), a matriz energética brasileira foi sofrendo alterações decisivas com o processo de expansão da industrialização do país, sendo que podemos inicialmente compreender o atual estágio de sustentabilidade da matriz energética brasileira com base na análise de três indicadores:

- I. Repercussão do consumo energético na geração de riqueza do país. Para tanto é utilizado o índice de intensidade energética (IIE) que, ao calcular a razão entre o consumo energético de um país e o valor de seu PIB, fornece a medida exata do quanto de energia é necessária para a produção de uma unidade monetária do PIB.

- II. Índice de carbono na energia (ICE), que é a razão entre o fluxo de emissões de GEE do consumo energético e esse próprio consumo.
- III. Índice de emissões per capita de CO<sub>2</sub> originada do consumo energético.

No que se refere à série histórica da evolução da intensidade energética, (TABELA 04), podemos identificar que o Brasil registrou um aumento em sua necessidade de energia para gerar riqueza entre os anos de 1991 e 2007, enquanto os países da OCDE e a média mundial apresentaram comportamento contrário, reduzindo suas intensidades energéticas no mesmo período.

TABELA 04 - EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE INTENSIDADE ENERGÉTICA – BRASIL, OCDE E MUNDO (1980-2007).

	1980	1990	1991	2000	2006	2007
Brasil	198,07	242,29	249,03	279,55	266,11	263,53
OCDE	-	-	202,00	182,54	167,54	164,20
Mundo	-	-	286,88	252,34	251,54	248,14

FONTE: ANDRADE & MATTEI (2013, p. 28)

NOTA: EM TONELADAS DE CO<sub>2</sub> / NÚMERO DE HABITANTES.

Este aumento do Índice de Intensidade Energética brasileiro reflete a maior dependência que o país passou a ter em relação à energia depois da abertura comercial promovida nos início dos anos 1990, a qual favoreceu a instalação de indústrias energointensivas e consolidou o país com um dos principais exportadores mundiais de produtos intensivos em energia, como alumínio e aço (ANDRADE e MATTEI, 2013).

No que se refere à série histórica da evolução da intensidade de emissão de carbono na economia (TABELA 05), podemos identificar que, a exemplo dos resultados encontrados na intensidade energética, o Brasil intensificou as emissões de GEE para sustentar uma trajetória de crescimento econômico, resultado distinto das trajetórias encontradas para os países da OCDE e da média mundial. No mesmo período destacado (1991-2008).

TABELA 05 - EVOLUÇÃO DA INTENSIDADE DE EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> NA ECONOMIA – BRASIL, OCDE E MUNDO (1980-2008).

	1980	1991	2000	2006	2007	2008	Variação 1991/2008
Brasil	0,360	0,407	0,449	0,418	0,410	0,421	3,31%
OCDE	-	0,704	0,603	0,614	0,608	0,607	-13,90%
Mundo	-	0,463	0,41	0,374	0,368	0,358	-22,69%

FONTE: ANDRADE & MATTEI (2013, P. 28)

NOTA: EM TONELADAS DE CO<sub>2</sub> / 1000 US\$ DE 2005.

Ademais, no que se refere à série histórica da emissão per capita de CO<sub>2</sub> originada do consumo de energia (TABELA 06), podemos identificar que o Brasil registrou um aumento das emissões cinco vezes maior em comparação ao resto à média mundial para o mesmo período destacado (1980-2008).

TABELA 06 - EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> PER CAPITA ORIGINADA DO CONSUMO DE ENERGIA – BRASIL, OCDE E MUNDO (1980-2008).

	1980	1990	2000	2006	2007	2008	Variação 1980/2008
Brasil	1,51	1,57	1,96	2,00	2,05	2,181	44,34%
OCDE	11,5	11	11,5	11,60	11,60	11,32	-1,49%
Mundo	4,15	4,1	3,92	4,44	4,52	4,54	9,33%

FONTE: ANDRADE & MATTEI (2013, P. 29)

NOTA: EM TONELADAS DE CO<sub>2</sub> / NÚMERO DE HABITANTES.

Em vista disso, confirme destacado por Andrade & Mattei (2013), a atuação do Estado faz-se necessária não apenas ao se observar a evolução do impacto das emissões brasileiras na participação global de emissões de CO<sub>2</sub>, mas sim na trajetória desse indicador no âmbito doméstico ao longo dos últimos anos, em especial quando comparado aos estágios de crescimento econômico e ao fortalecimento de fontes de energia renováveis e com baixa emissão de GEE, como, por exemplo, o potencial hidrelétrico instalado e os programas de fomento aos combustíveis oriundos da biomassa no país.

Apesar de ainda possuir uma emissão per capita visivelmente menor que a média mundial, a velocidade com que este indicador aumentou nos últimos 30 anos no caso brasileiro sugere que o mesmo deve ser motivo de preocupação por parte das autoridades governamentais (ANDRADE & MATTEI 2013, p. 28).

Uma quarta análise se refere à participação de fontes renováveis na geração, oferta e consumo total de energia no Brasil. Quanto à produção de energia primária no Brasil, por exemplo, podemos identificar que, ao longo do período destacado (Tabela 07), a participação das energias de fontes renováveis se reduziu na proporção global de 46,70% em 2005, para aproximadamente 43,54% em 2014.

TABELA 07 - PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA NO BRASIL POR FONTE (2005-2014).

FONTES	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>53,3</b>	<b>53,2</b>	<b>51,9</b>	<b>52,1</b>	<b>53,8</b>	<b>53,0</b>	<b>54,8</b>	<b>54,7</b>	<b>54,2</b>	<b>56,5</b>
PETRÓLEO	42,0	42,1	40,6	39,7	42,0	42,1	42,5	41,7	40,6	42,8
GÁS NATURAL	8,8	8,3	8,1	9,0	8,7	9,0	9,3	10,0	10,8	11,6
CARVÃO VAPOR	1,2	1,0	1,0	1,1	0,8	0,8	0,8	1,0	1,3	1,1
CARVÃO METALÚRGICO	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
URÂNIO (U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	0,7	1,1	1,6	1,7	1,7	0,7	1,6	1,5	0,9	0,2
OUTRAS NÃO RENOVÁVEIS	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
<b>RENOVÁVEL</b>	<b>46,7</b>	<b>46,8</b>	<b>48,1</b>	<b>47,9</b>	<b>46,2</b>	<b>47,0</b>	<b>45,2</b>	<b>45,3</b>	<b>45,8</b>	<b>43,5</b>
ENERGIA HIDRÁULICA	14,5	14,2	14,4	13,4	14,0	13,7	14,4	13,9	13,0	11,8
LENHA	14,2	13,5	12,8	12,4	10,2	10,3	10,1	10,0	9,5	9,1
PRODUTOS DA CANA-DE-AÇÚCAR	15,5	16,6	18,1	19,0	18,6	19,3	16,9	17,6	19,1	18,1
OUTRAS RENOVÁVEIS	2,6	2,6	2,9	3,1	3,4	3,7	3,8	3,8	4,1	4,6
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

FONTE: EPE (2015, p. 22).

Ademais, ainda conforme dados do BEN (2015), podemos identificar que a produção de energia primária global com base em fontes não renováveis teve aumento de aproximadamente 44% no período de 2005 a 2014, frente um aumento de apenas 26,75% na produção de energia primária com base em fontes renováveis no mesmo período.<sup>33</sup>

Contudo, compreendendo que o período destacado corresponde ao mesmo período no qual o Brasil se tornou “autossuficiente” na produção de petróleo, faz-se necessário destacar que grande parte do aumento da oferta de energia primária, de

<sup>33</sup> Para que as energias primárias possam ser utilizadas diretamente ou transformadas, é preciso extrair o petróleo, o gás, o carvão e o urânio do subsolo, armazenar a água em grandes reservatórios, plantar e abater as árvores e a cana, enfim dar as condições mínimas para que a energia contida nos recursos energéticos seja direcionada para a transformação ou, em alguns casos, para a utilização final. Essas atividades constituem a produção de energia primária e são explicitadas pelo BEN (BICALHO, 2013).



forma geral, baseou-se em uma fonte não renovável e com alta emissão de GEE. Nesse cenário, a oferta interna de energia proveniente de fontes renováveis, a exemplo da sua respectiva produção, teve sua participação proporcional reduzida, registrando decréscimo de 44,10% para 39,4% no arcabouço geral de geração de energia primária no Brasil.

Por fim, podemos identificar que o grau de sustentabilidade do Brasil ainda é muito controverso. Se por um lado o país figura como destaque internacional com uma das fontes de energia mais limpas do mundo por outro lado os indicadores de sustentabilidade e a participação global das fontes renováveis na produção de energia primária ainda se mostram carentes de uma ação mais forte do Estado. Dessa forma, conforme apontado por Abramovay (2013), compreendendo o avanço das diversas tecnologias de geração de energia provenientes de fontes renováveis e sustentáveis, é possível concluir que o desafio para a sua implementação não é social nem econômico, mas sim, político.

### 3.2.3 Os principais setores consumidores de energia no Brasil

Outro fator que pode auxiliar em uma análise conjuntural da matriz energética brasileira é o perfil de consumo dos principais setores consumidores de energia no Brasil. Dessa forma, na proporção em que cada fonte de energia tem por consumo final dos quatro principais setores consumidores de energia no Brasil, identificados conforme dados do BEN (2015), em ordem decrescente de proporção global por: Setor Industrial (32,9%) Setor de Transportes (32,5%), Setor Energético (10,3%) e Setor Residencial (9,3%).

#### 3.2.3.1 O consumo de energia no setor industrial brasileiro

Como já identificado nos itens anteriores, o setor industrial detém um importante papel quanto ao processo de desenvolvimento econômico. Dessa forma, ao analisarmos a série histórica do consumo de energia do setor industrial brasileiro (GRÁFICO 09), podemos observar que, ao longo do período destacado, a trajetória

rumo ao uso de fontes renováveis e com baixa emissão de GEE obteve avanço significativo.

Fontes de energia como a eletricidade, a biomassa do bagaço de cana e o gás natural ganharam espaço relevante, enquanto o uso de óleo combustível se reduziu drasticamente.

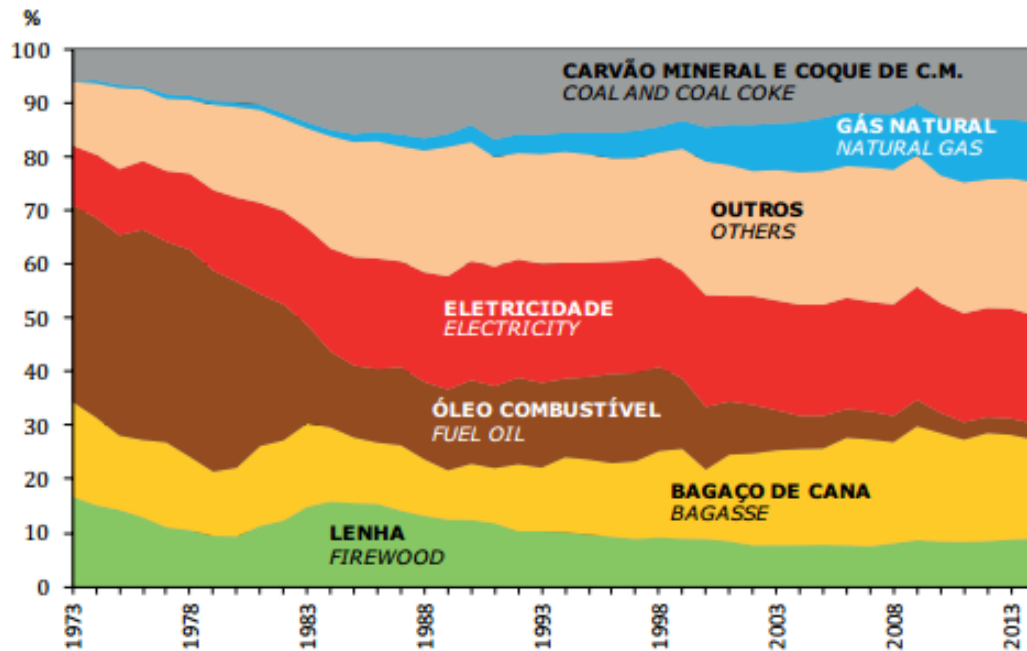


GRÁFICO 09 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO (1973-2014).  
FONTE: EPE (2015, p.87).

Contudo, conforme apontado por Andrade e Mattei (2013), o crescimento da demanda energética nos principais setores consumidores não se deu da mesma forma. O setor industrial, por exemplo, pautou sua expansão de consumo a partir de um conjunto diversificado de fontes energéticas, buscando principalmente maximizar as suas vantagens comparativas presentes na crescente utilização de fontes de energia renováveis em seu consumo energético.

### 3.2.3.2 O consumo de energia no setor de transportes brasileiro

A evolução exposta para o consumo de energia no setor industrial, entretanto, não é a mesma para o setor de transportes, o qual registrou o aumento de participação mantendo a dependência em torno de combustíveis derivados de petróleo, como o óleo diesel e gasolina. Essa realidade pode ser identificada pelos dados abaixo (GRÁFICO 10).

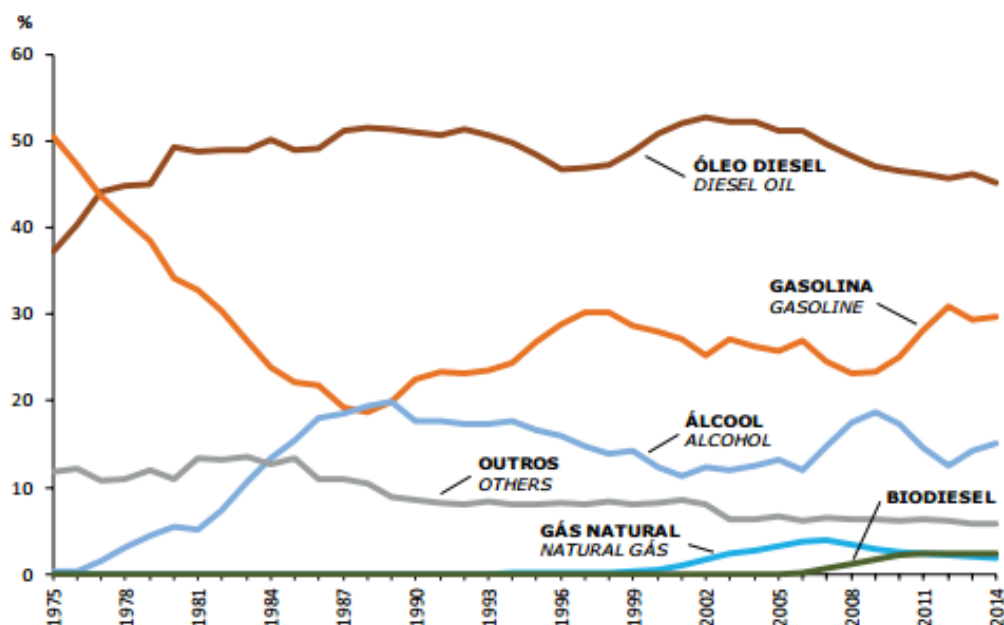


GRÁFICO 10 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR DE TRANSPORTES NO BRASIL (1975-2014).

FONTE: EPE (2015, p. 83).

Considerado o segundo maior consumidor de energia do país, o setor apresenta uma trajetória histórica baseada em combustíveis de base não renovável e de alta emissão de GEE. Ademais, além do perfil desfavorável aos objetivos das políticas energéticas, faz-se importante uma análise mais precisa para o caso do álcool combustível (etanol).

Proveniente de uma base renovável e de baixa emissão de GEE, o etanol, álcool combustível, figurou na década de 70 como a maior fonte de consumo desse setor. Tal resultado, conforme destacado anteriormente refletiu às investidas do Estado para “driblar” a primeira crise do petróleo, mas que, conforme identificado nos resultados da trajetória histórica de consumo do setor, respondeu por uma drástica redução de consumo com o fim da crise internacional de petróleo.

### 3.2.3.3 O consumo de energia no setor de energético brasileiro

Conforme exposto pelo fluxo energético (GRÁFICO 05), podemos identificar que, de todo arcabouço global de oferta de energia primária fornecida pela atual estrutura da matriz energética brasileira, cerca de 10% é consumido pelo próprio setor de geração e distribuição de energia.

Analisando o período destacado (GRÁFICO 11), tal setor demonstrou importante avanço quanto à promoção de seu próprio consumo em bases não renováveis, identificado tanto pelo aumento absoluto no uso da biomassa de bagaço de cana de açúcar desde 1978, quanto pela expressiva redução de participação do óleo combustível a partir da década de 1970.

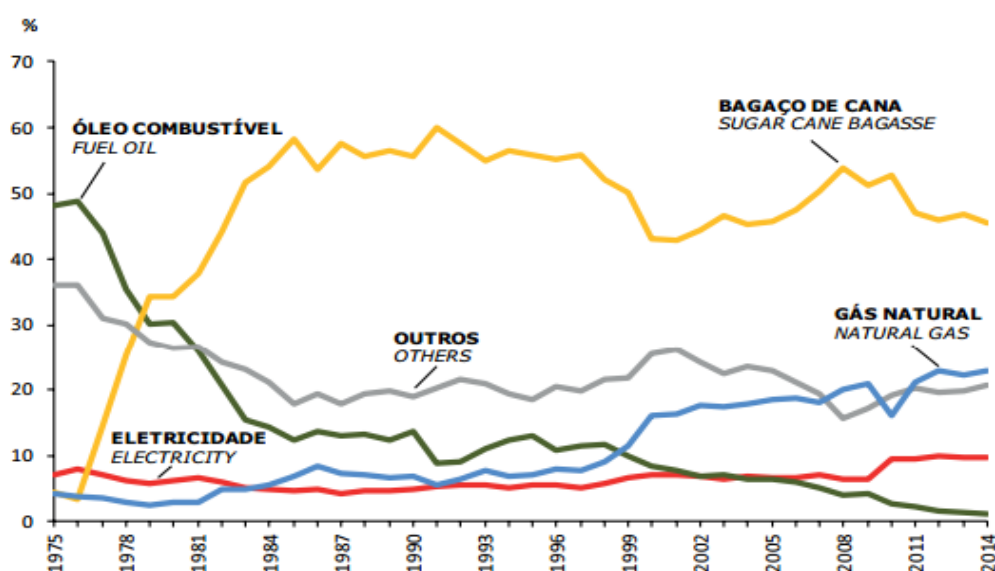


GRÁFICO 11 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR ENERGÉTICO BRASILEIRO (1975-2014).

FONTE: EPE (2015, p. 77).

Tal resultado figura não apenas como um importante avanço na base de abastecimento energético do setor em si, atendendo também aos objetivos da política energética brasileira, mas também aponta a possibilidade de se identificar os mecanismos que levaram à estabilização da biomassa de cana de açúcar como protagonista do abastecimento desse setor, fator que será discutido no capítulo seguinte.

Ademais, identifica-se também uma redução gradual na utilização de derivados de petróleo na participação relativa do consumo energético do setor, tornando-o mais seguro e sustentável, pois, além de se utilizar de fontes com baixa

emissão de GEE, protege-se também de grandes variações de preços no mercado internacional de petróleo. Assim, uma vez que a energia advinda do bagaço de cana é produzida, na maioria dos casos, nas próprias usinas, retroalimentando o processo de geração de energia e colaborando com o fortalecimento do setor de biocombustíveis advindos da agricultura, a sustentabilidade parcial do sistema é aos poucos atingida, necessitando cada vez menos de consumir energias advindas de outros setores ou então de outros países.

### 3.2.3.4 O consumo de energia no setor residencial brasileiro

Por fim, podemos analisar o caso do setor residencial, o qual provavelmente figura como o setor que exerce impacto de forma mais direta ao bem estar da população. Dado o período de destaque, podemos observar a partir do Gráfico 12 que o setor residencial, de forma geral, absorve grande parte da sua demanda por energia através de fontes renováveis.

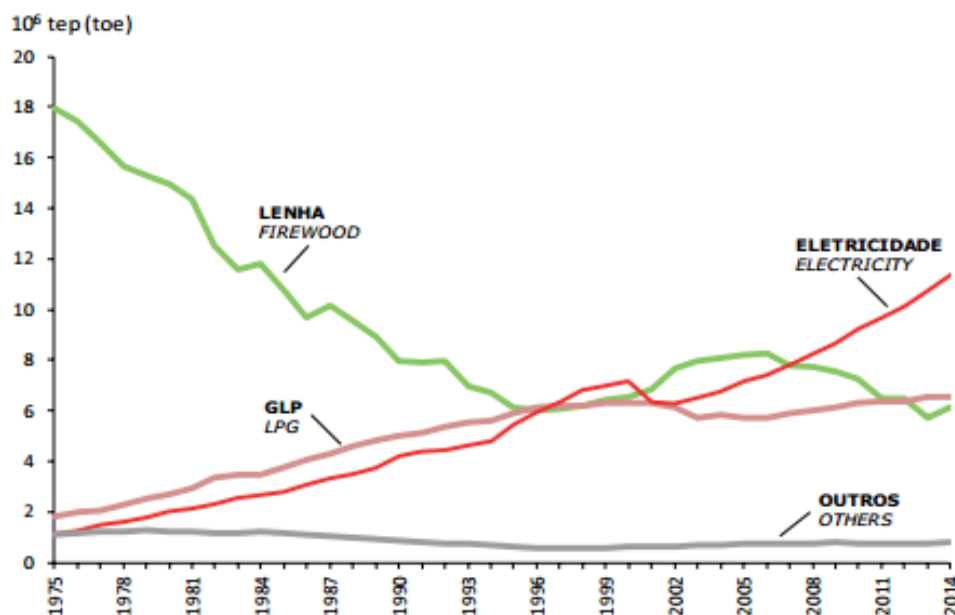


GRÁFICO 12 - PARTICIPAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA NO CONSUMO DO SETOR RESIDENCIAL NO BRASIL (1975-2014).  
FONTE: EPE (2015, p. 80).

Contudo, podemos observar também que fora apenas em meados dos anos 2000 que o consumo por eletricidade passou a lenha, identificando um sério atraso

no que diz tanto respeito a preservação de matas nativas quanto a emissão de GEE. Ademais, devemos considerar que o consumo de energia elétrica como padrão predominante no setor residencial não figura como uma concentração de risco, mas sim uma adaptação importante desenvolvida pelos eletrodomésticos ao longo do século XX.

Em suma, podemos identificar que, dentre os quatro principais setores consumidores de energia no Brasil, três tiveram avanços consideráveis quanto ao uso de fontes de energia renováveis. Contudo, um aspecto que demanda atenção é que todos são baseados em preços administrados e, conforme observado no item anterior, essa ferramenta nem sempre auxilia tais setores na promoção de ambientes maduros ao desenvolvimento econômico sustentável.

### 3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS ACERCA DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

Por fim, podemos concluir que a matriz energética brasileira apresentou notáveis evoluções quanto ao atendimento das políticas voltadas à segurança na geração de energia. Quando comparado há 45 anos, atualmente há um número maior de fontes sendo utilizadas para o abastecimento de setores domésticos, industriais e de transportes.

Contudo, nota-se que a política tradicional do setor energético brasileiro, continua, conforme abordado por Goldemberg (2007), baseada apenas na necessidade de se reduzir gastos financeiros com importação, estratégia esta que atende às necessidades presentes, mas ameaça a soberania futura tanto da produção quanto no abastecimento energético.

Em relação à competitividade tarifária da matriz energética brasileira, o caso é um pouco diferente. Por um determinado tempo, a prática de preços administrados, somada às taxas competitivas da paridade dólar/real, obteve êxito na proteção das principais fontes produtoras de energia no Brasil. Contudo, conforme destacado por Barrionuevo (2005), as estratégias adotadas pelo Estado brasileiro figuram como um entrave ao desenvolvimento de competitividade no setor.

O que se pode dizer sobre a busca pela autossuficiência na produção de petróleo, por exemplo, é que esta figura como uma política tradicional do setor energético brasileiro, baseada na necessidade de reduzir gastos financeiros com importação. Entretanto, à medida que o problema da importação perdeu importância graças à grande produção interna de petróleo, é apropriado considerar outros fatos, como por exemplo, o fato de que o investimento em petróleo consome boa parte da renda disponível no país e que uma redução considerável nesse investimento poderia liberar recursos para outros fins economicamente mais produtivos, e que poderiam gerar produtos e serviços para exportação, como por exemplo, o setor de biocombustíveis (ABRAMOVAY, 2013).

Ademais, podemos identificar que a controvérsia quanto a sustentabilidade da matriz energética não cabe mais apenas nos debates diplomáticos percorridos nas cúpulas dos Estados. Ela alerta também para a urgente necessidade a caminho de se desenvolver ferramentas em prol do desenvolvimento sustentável e supõe que se transforme a própria relação que a sociedade mantém com a produção de energia, equilibrando os níveis de produção e consumo sem danificar a capacidade das gerações futuras de se prover dos mesmos bens.

Segundo Alves (2012) os estudos econométricos sobre a Curva Ambiental de Kuznets (CAK), de maneira geral, apontam que o pico da degradação ambiental tende a ocorrer quando a renda per capita de um país ficar entre US\$ 5 mil e US\$ 8 mil. Após este nível, o crescimento econômico, em vez de causar degradação, seria a solução para o meio ambiente.

Considerando que o nível de renda per capita do Brasil sequer alcançou metade desse valor, compreende-se que as premissas defendidas por Kuznetz (1991) ainda não podem ser avaliadas para o caso brasileiro. Contudo, podemos identificar que o esforço do Estado na promoção de tecnologias de produção e disponibilidade, a exemplo do que fora defendido por Barrionuevo (2005), ainda está aquém do necessário para garantir que o aumento da renda per capita não ultrapasse os atuais níveis de degradação ambiental do Brasil.

Países com um enorme potencial de produção e distribuição de energias provenientes de fontes renováveis e de baixa emissão de GEE, como o Brasil, não podem enfrentar os desafios da sociedade contemporânea registrando constantes baixas na participação global de energias limpas em suas matrizes energéticas. Como identificado ao longo do trabalho, o investimento nessas fontes de energia

não está ligada apenas à redução de GEE, mas também ao amadurecimento de estruturas produtivas que garantam importantes vantagens comparativas frente aos desafios futuros, tais como sistemas produtivos autossustentáveis tanto na produção energética como no reaproveitamento de seus resíduos industriais.

Nesse sentido, metas de participação de energias advindas de fontes renováveis, ao destacarem papel importante no desenvolvimento de redes produtivas ligadas a essas fontes no país, tem papel fundamental na diversificação e no suprimento de energia para o país. Em vista disso, dentre as diversas estruturas produtivas de geração e distribuição de energia em desenvolvimento no Brasil, a análise final desse trabalho enfoca o papel do Estado na promoção de energia gerada a partir da biomassa de cana de açúcar, abordando a sua importância tanto na geração de bioeletricidade como também no aumento de produtividade na produção de bicomcombustível a partir de resíduos naturais.



#### **4. O PAPEL DA BIOMASSA NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO BRASILEIRO**

O que não falta ao cerne dos debates econômicos são proposições acerca do amadurecimento de estruturas produtivas que estejam comprometidas com os novos desafios da sociedade. Atualmente os combustíveis fósseis enfrentam uma forte crise e figuram na berlinda das principais críticas voltadas a este amadurecimento. Dentre os principais fatores, destacam-se o contínuo aumento na demanda pelo consumo de energia no mundo e o imenso prejuízo que causam ao meio ambiente (ESCOBAR *et al.*, 2009). Dessa forma, a necessidade de uma mudança na base energética mundial entra como um dos principais pontos de discussão quanto aos caminhos para o enfrentamento das externalidades advindas das crises vigentes.

Tais externalidades (como as crises de abastecimento e os crescentes e irreversíveis danos ambientais), por sua vez, devem ser analisadas não apenas a partir da ótica interna ao processo produtivo, mas também no que se refere aos impactos da diminuição das reservas de combustíveis fósseis e a consequente necessidade de se buscar novas alternativas para a base energética. Dessa forma, este capítulo busca identificar o papel que a biomassa advinda da cana de açúcar e todos os seus subprodutos desempenham na esfera do desenvolvimento econômico brasileiro.

Nesse âmbito de discussão, deve-se considerar que, conforme Goldemberg (2011, apud. PEREIRA, 2015), a biomassa pode ser classificada em dois grupos. O primeiro aborda a biomassa tradicional utilizada de forma mais primitiva, como, por exemplo, a lenha utilizada em fogões. O segundo grupo por sua vez diz respeito a um uso mais complexo da biomassa, a qual é produzida dentro de arcabouço produtivo sustentável e utilizada para gerar eletricidade, aquecimento de caldeiras e combustíveis líquidos, tal como o etanol e o biodiesel. Ela também inclui os resíduos florestais, animais e agrícolas, tais como a palha e bagaço da cana-de-açúcar, e resíduos urbanos.

Dessa forma, em um primeiro momento, o capítulo contém uma análise acerca do papel que os biocombustíveis advindos da biomassa ocupam ao longo da trajetória histórica da matriz energética brasileira, desde a sua primeira geração, com o surgimento do álcool combustível, para as seguintes fases da bioenergia, do

biodiesel e, mais recentemente, do etanol celulósico, conhecido como etanol de segunda geração.

Em seguida destaca-se a atuação do Estado na promoção da diversificação da matriz energética brasileira a partir de fontes energéticas advindas da biomassa, identificando os principais programas elaborados pelo governo federal e seus desafios e oportunidades geradas em prol do desenvolvimento sustentável. Nesse aspecto, busca-se compreender o papel do Estado na diversificação da matriz energética brasileira com o fomento às duas principais gerações de biocombustíveis advindas da biomassa de cana-de-açúcar.

No terceiro item, busca-se identificar os desafios e perspectivas socioambientais que o desenvolvimento da indústria de biocombustíveis de segunda geração tem pela frente. Nesse contexto, aborda-se os desafios quanto à disputa de terras com a fronteira da produção de alimentos, as perspectivas de geração e manutenção de empregos no setor e, ao final, uma análise quanto à sustentabilidade ambiental dos biocombustíveis da segunda geração.

Por fim, com base nos principais objetivos da política energética nacional, destacam-se as principais políticas públicas que afetam o futuro do setor sucroalcooleiro e a capacidade do Estado brasileiro em manter um papel estratégico no fomento da produção do etanol de primeira e segunda geração (celulósico).

#### 4.1 A PRIMEIRA GERAÇÃO DA BIOENERGIA NO BRASIL: DO ETANOL AO BIODIESEL

A seguir serão destacadas, brevemente e em ordem cronológica, as três principais fases da trajetória tecnológica no uso da biomassa para produção de energia e combustíveis de primeira geração no Brasil. Inicialmente apresenta-se a iniciativa do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), identificando-se os seus principais desafios, o papel do Estado em sua promoção e as principais externalidades geradas à sociedade.

Em seguida, aborda-se a transição do álcool combustível para a bioenergia, a qual se caracteriza pela geração de energia elétrica a partir da biomassa de cana de açúcar. Por fim, discute-se sobre a importância da flexibilidade do Plano Nacional

de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) e suas diretrizes conforme Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 (PDE 2023).

#### 4.1.1 O nascimento do álcool combustível

O álcool combustível vem sendo usado como combustível no Brasil desde o início do século XX<sup>34</sup>, mas foi somente com o advento do Proálcool, em novembro de 1975, que seu papel ficou claramente definido a longo prazo, permitindo que o setor privado investisse maciçamente no aumento de produção. A motivação do governo para lançar o Proálcool foi o peso devastador da conta petróleo na balança de pagamentos do país, que importava na época mais de 80% do petróleo que consumia (LEITE & LEAL, 2007). Dessa forma, deu-se início ao primeiro de três ciclos do álcool combustível no Brasil.

Desde então, conforme destacado por Pereira (2015), o mercado brasileiro de etanol de cana-de-açúcar se consolidou como o pioneiro e o maior do mundo desde a década de 1970. Um dos maiores reflexos desse período está na atuação presente do Estado, cujas ações foram determinantes para garantir a produção e consumo do etanol, mesmo que sujeitos a avanços e retrocessos na dinâmica de produção e de investimentos.

A produção anual, que estava em torno de 600 milhões de litros, aumentou rapidamente e ultrapassou a meta do programa, de 10,6 bilhões de litros anuais, em menos de dez anos (LEITE & LEAL, 2007). Posteriormente, com o aumento da produção interna de petróleo e com a queda de seus preços internacionais, o governo perdeu o interesse pelo programa e a redução dos subsídios fez com que o álcool combustível perdesse competitividade perante a gasolina.

Dessa forma, o setor sobreviveu apenas por dois fatos: O primeiro está na frota de veículos advindas do Proálcool que só usavam álcool combustível, o segundo, em destaque até os dias hoje, tem origem no Decreto de Lei nº 737, de 23 de Setembro de 1938 (MOURA, 2012), quando o álcool combustível passou a ser

---

<sup>34</sup> A primeira medida de regulamentação do álcool combustível no Brasil ocorreu através do Decreto nº 22.789, de 1º de Junho de 1933, que criou o Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), órgão com representação de Ministérios, comerciantes, Estados brasileiros, produtores e bancos. O IAA tinha o poder de estipular ou sugerir medidas referentes à regulamentação do álcool e açúcar no Brasil (MOURA, 2012).

misturado à gasolina, tanto a importada como a nacional. Outro ponto de suma importância destacado por Leite e Leal (2007) foi a manutenção da infraestrutura de abastecimento, sendo que o etanol estava disponível em mais de 90% dos 30 mil postos de abastecimento de combustível instalados no país.

Tal como exposto abaixo (GRÁFICO 13), ao longo dos anos 1990 o setor sucroalcooleiro precisou enfrentar a desregulamentação do mercado de etanol e o afastamento do Estado, o que fez prevalecer a livre competição entre os produtores (LEITE & LEAL, 2007). Esse processo se completou totalmente em 2001. No ano seguinte os preços internacionais do petróleo e seus derivados voltaram para uma tendência de alta e, por consequência, o aumento do preço da gasolina trouxe de volta o interesse do consumidor final para o etanol que estava na bomba dos postos.

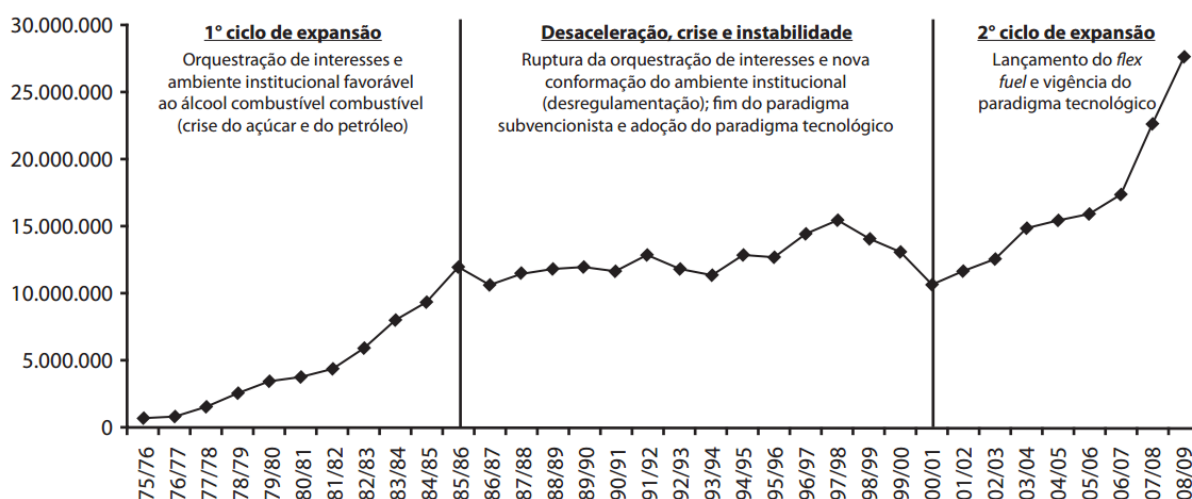


GRÁFICO 13 - OS CICLOS DE PRODUÇÃO DO ÁLCOOL COMBUSTÍVEL NO BRASIL (1975-2009).  
 FONTE: SHIKIDA E PEROSA (2012, p.252.). V

NOTA: \* m³/ano de safra.

Nota-se que, apesar do receio da falta de abastecimento ao longo dos anos 1990, foi o desenvolvimento do motor flexível às misturas de combustíveis (*FFV — Flex Fuel Vehicle*), a partir dos anos 2000, que possibilitou o uso do etanol combinado com o uso da gasolina, conforme decisão do consumidor perante a comparação de preços/eficiência relativa. Visto isso, abriu-se então um novo caminho de expansão para a produção do álcool combustível no Brasil, o qual fora a partir de 2009 conhecido como Etanol <sup>35</sup>.

<sup>35</sup> No Brasil, o termo "Álcool" foi substituído para "Etanol" a partir de setembro de 2010. A exigência parte da resolução número 39 da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Essa nova fase de expansão do etanol no Brasil também foi marcada por significativo aporte de investimento estrangeiro. Apesar de até 2009 a participação estrangeira no setor não ultrapassar 27%, investidores internacionais dão cada vez mais sinais de interesse na agroindústria canavieira em função das oportunidades abertas pela desregulamentação setorial iniciada na década de 1990 e de expectativas favoráveis de crescimento dos mercados açucareiro e alcooleiro (este capitaneado pela elevação da demanda por álcool combustível por causa da frota flex). (SHIKIDA E PEROSA, 2012, p.252.).

Ademais, conforme analisado por Leite e Leal (2007), ao se analisar a situação do etanol combustível no Brasil, nota-se que o etanol tem figurado como uma importante e estratégica solução energética sob ameaça, e que conta com os seguintes pontos marcantes, destacados por Jank e Nappo (2009):

- I. O etanol representa cerca de 40% dos combustíveis para motores leves (ciclo Otto<sup>36</sup>);
- II. Não existem subsídios para o etanol e, mesmo assim, ele consegue competir com a gasolina; os custos de produção foram reduzidos em cerca de 70% desde 1975;
- III. Cerca de 50% da cana moída no Brasil é usada para produzir etanol;
- IV. O Brasil é o maior produtor de etanol de cana no mundo, mas, em produção total, fica atrás dos Estados Unidos, que usa o milho como matéria-prima;
- V. A tecnologia de produção de etanol no Brasil está totalmente madura, permitindo ainda alguns ganhos de produtividade na área agrícola e pouca coisa na área industrial; existem variedades de cana geneticamente modificadas que permitiriam grandes reduções nos custos de produção, embora não possam ser utilizadas pela morosidade do processo de liberação.

---

<sup>36</sup> O Ciclo de Otto é um ciclo termodinâmico, que idealiza o funcionamento de motores de combustão interna de ignição por centelha. Foi definido por Beau de Rochas e implementado com sucesso pelo engenheiro alemão Nikolaus Otto em 1876, e posteriormente por Étienne Lenoir e Rudolf Diesel. Motores baseados neste ciclo equipam a maioria dos automóveis de passeio atualmente. Para esta aplicação, é possível construir motores a quatro tempos mais eficientes e menos poluentes em comparação aos motores a dois tempos, apesar do maior número de partes móveis, maior complexidade, peso e volume, comparando motores de mesma potência (GUPTA, 2006).

- VI. O etanol brasileiro não causa desmatamento da floresta amazônica. Mais de 85% da cana-de-açúcar brasileira cresce no Centro-Sul do país, enquanto os outros 15% são produzidos na região Nordeste.
- VII. Atualmente mais de 50% do consumo de gasolina no Brasil é substituído por etanol produzido em apenas 1% das terras agricultáveis no Brasil.

Atualmente, o aumento evidente do risco de catástrofes climáticas provocadas pelo aquecimento global implicou em grande aumento na demanda por biocombustíveis. Esse resultado influenciou diretamente, dentre outros fatores, no desenvolvimento de metas de utilização de combustíveis de origem orgânica em diversos países, fator que resultou como estímulo para o aumento exponencial da produção mundial de etanol ao longo das últimas décadas em todo o mundo, inclusive no Brasil.

Ademais, a inegável competitividade do etanol brasileiro precisa ser compreendida à luz da maneira como se organizam seus mercados, das estruturas e das forças sociais que lhes são subjacentes (ABRAMOVAY, 2008). Visto isso, pode-se afirmar que a produção de etanol de primeira geração no Brasil está consolidada, e sua participação pode crescer mais na substituição da gasolina. Contudo, ao representar uma grande oportunidade ao desenvolvimento econômico, o mercado para o álcool combustível não pode depender apenas da volatilidade dos preços do petróleo.

Assim, tal como descrito por Jank e Nappo (2009), uma atuação forte do Estado na adoção do etanol como alternativa e complemento da gasolina é de suma importância para aumentar a sua supremacia energética, garantir o cumprimento dos objetivos descritos na política nacional e reforçar seus setores produtivos, gerando empregos e aumentando a distribuição de renda.

#### 4.1.2 A produção de energia elétrica a partir da biomassa

Tal como identificado no item anterior, a cultura da cana-de-açúcar no Brasil ganhou um novo impulso quanto ao emprego sistemático do álcool combustível na década de 1970. Em termos práticos, a primeira fase do programa, datada em

meados de 1976, fora voltada para a produção e uso do álcool anidro na gasolina. Posteriormente com o segundo choque internacional do petróleo, identificou-se a necessidade e a potencialidade de se produzir o álcool hidratado, o qual seria usado como substituto do combustível fóssil (NETO, 2006).

Contudo, ao longo do desenvolvimento dos programas, a indústria sucroalcooleira se destacou também pelo grau de sustentabilidade energética de seu processo produtivo. Dessa forma, o atendimento das necessidades energéticas como do processo de vaporização, energia mecânica e energia elétrica se deram utilizando a biomassa residual: o bagaço da cana de açúcar<sup>37</sup>.

O aproveitamento da energia deste insumo, tanto na produção de calor quanto na de eletricidade, vem ocorrendo desde a implantação das primeiras usinas sucroalcooleiras. Sua utilização tinha como destino, a princípio, o autoconsumo, suprimindo as necessidades destas unidades produtoras. Posteriormente, a evolução da eficiência energética do setor permitiu a produção de excedentes de energia elétrica, que passaram a ser exportados para o Sistema Interligado Nacional (SIN), o que ampliou a importância do seu uso na matriz nacional (ANEEL, 2014).

Nesse contexto o papel do Estado tem se mostrado essencial para que diversos incentivos garantam o aumento da participação da bioeletricidade na matriz energética nacional. Um dos destaques é a elaboração dos leilões de energia dedicados às fontes renováveis. De acordo com Plano Decenal de Expansão de Energia 2023 (PDEE 2023), desde 2004, com a reestruturação ocorrida no setor elétrico nacional, a participação da biomassa de cana tem aumentado consideravelmente neste segmento.

As usinas do setor sucroalcooleiro têm comercializado energia elétrica nos dois ambientes de mercado: o Ambiente de Contratação Regulada – ACR e o Ambiente de Contratação Livre – ACL. As medidas adotadas pelo Governo Federal para alavancar a participação das fontes alternativas na matriz elétrica têm resultado na adição de energia no ambiente regulado. Dentre tais medidas, cabe ressaltar os leilões de energia e o Programa de Incentivo a Fontes Alternativas de Energia

---

<sup>37</sup> Além do bagaço, a cana-de-açúcar também gera biomassa residual composta por palhas e pontas. Devido à prática tradicional de queima antes do corte, grande parte desse resíduo é quase integralmente descartada. No entanto, a atual legislação ambiental estabeleceu prazos para a mecanização da colheita, o que tornará possível disponibilizar esta biomassa residual para o aproveitamento energético. Acredita-se que, dentro do horizonte decenal, os principais estados produtores já terão sua colheita feita de forma mecanizada na quase totalidade de seu canavial, produzindo uma quantidade significativa de palhas e pontas passíveis de aproveitamento energético. Ademais, segundo dados do PPDEE 2023, até setembro de 2013, 88,3% da cana processada no Centro-Sul tinha sido colhida mecanicamente. (MME, 2014).

Elétrica (PROINFA), criado por decreto em 2004. Por seu intermédio, foram contratados 215 Mwmed advindos de usinas de biomassa de cana-de-açúcar (MME, 2014).

Conforme dados do PDEE 2023, até dezembro de 2013, foram realizados vinte e três leilões de energia, ocorrendo venda de energia de usinas sucroalcooleiras em quatorze deles (Tabela 08). A energia total contratada pelas usinas sucroalcooleiras no ACR atingirá aproximadamente 1,6 GWMED ao fim de 2018, valor que poderá ser ampliado com a realização de futuros leilões.

TABELA 08 - ENERGIA DO BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR COMERCIALIZADA NOS LEILÕES DO PROINFA (2005-2013).

Leilão	Ano de realização do Leilão	Tipo	Energia Negociada (MW médio)	Participação (%)
1º Leilão de Energia Nova	2005	A-3	91,6	6,50
2º Leilão de Energia Nova	2006	A-3	58,0	4,11
3º Leilão de Energia Nova	2006	A-5	61,0	4,33
7º Leilão de Energia Nova	2008	A-5	35,0	2,48
8º Leilão de Energia Nova	2009	A-3	10,0	0,71
13º Leilão de Energia Nova	2011	A-3	58,1	4,12
13º Leilão de Energia Nova	2011	A-5	21,0	1,49
16º Leilão de Energia Nova	2013	A-5	133,6	9,48
18º Leilão de Energia Nova	2013	A-5	69,3	4,92
1º Leilão de Fontes Alternativas	2007	FA	115,0	8,16
2º Leilão de Fontes Alternativas	2010	FA	22,3	1,58
1º Leilão de Energia de Reserva	2008	ER	543,0	38,52
3º Leilão de Energia de Reserva	2010	ER	168,3	11,94
4º Leilão de Energia de Reserva	2011	ER	23,3	1,65
<b>TOTAL</b>			<b>1.409,5</b>	<b>100,00</b>

Notas: (1) Energia do bagaço de cana negociada no PROINFA: 215,4 MWMed.  
(2) O Leilão de Energia de Reserva de 2008 foi exclusivo para usinas de biomassa, enquanto os demais contemplaram também a geração de origem eólica e as PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas).

FONTE: EPE (2014, p.334).

Através dos resultados dos leilões de energia, é possível observar a inserção crescente da energia elétrica da biomassa da cana-de-açúcar na ampliação da oferta de energia na matriz elétrica nacional. Por fim, considerando as premissas apresentadas, estima-se que o setor sucroenergético poderia aumentar sua relevância na matriz energética nacional através do incremento da inserção da energia elétrica gerada a partir da cana, não somente em virtude do aumento da produção de açúcar e álcool, que proporcionará uma oferta crescente de biomassa



residual de cana, como também através da modernização das usinas sucroalcooleiras, no que tange à produção de energia elétrica. (MME, 2014).

#### 4.1.3 A flexibilidade na produção do biodiesel brasileiro

A exemplo do objetivo traçado para a complementação e posterior substituição da gasolina na década de 1970, o desenvolvimento de substitutos do óleo diesel foi tentado com muita insistência no início do Proálcool. O processo fracassou por várias razões, dentre elas os baixos preços do diesel na época, e as atividades cessaram. Com isso, a substituição parcial da gasolina pelo etanol causou desequilíbrio no perfil de refino de petróleo com reflexos na qualidade do diesel, provocando a necessidade de importar cerca de 20% de diesel consumido e exportar parte da gasolina produzida (LEITE & LEAL, 2007).

O Brasil se encontra em posição confortável, principalmente por ser um dos líderes mundiais na produção de etanol, e também pelo seu enorme potencial para produção de biomassa para biodiesel (NASS *et al.*, 2007). Em 13 de janeiro de 2005 foi editado o projeto de lei 11097/05 que institui o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) com o intuito de inserir na matriz energética brasileira um novo produto que venha promover a sua independência energética, agregando valores sociais, econômicos e ambientais (GAZZONI, 2009).

Tal como destacado por Negrello & Zenti (2007), esse programa teve como principal diretriz a criação de um programa sustentável que promova a inclusão social e garanta preços competitivos, qualidade e suprimento, além de produzir biodiesel a partir de diversas oleaginosas em regiões diversas do país. Ademais, destaca-se que o aumento gradual do percentual de biodiesel no diesel convencional favorece não apenas a competitividade do combustível como também toda a cadeia produtiva e as externalidades socioeconômicas atreladas a mesma.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> O percentual em volume de biodiesel no óleo diesel se estabeleceu em 7% em novembro de 2014. Ademais, desde o início do PNPB, o Brasil produziu 8,2 milhões de m<sup>3</sup> de biodiesel. O programa, durante estes 7 primeiros anos, reduziu as importações de diesel em um montante de US\$ 5,3 bilhões contribuindo positivamente para a Balança Comercial brasileira. Contudo deve-se considerar também o agronegócio vinculado ao biodiesel, que abrange a produção de matérias-primas e insumos agrícolas, assistência técnica, financiamentos, armazenagem, processamento, transporte, distribuição, etc. Juntas, essas atividades geram efeitos multiplicadores sobre a renda, emprego e base de arrecadação tributária (MME, 2014).

Outro ponto destacado por Leilte e Leal (2007) que denota a importância da atuação Estado para o fortalecimento do programa está ligado aos incentivos fiscais para os diferentes tipos de produtores. Dessa forma, definiram-se impostos diferenciados dependendo da origem da matéria-prima, sendo o maior desconto para aquela produzida por pequenos produtores no Norte-Nordeste. O grande produtor não teria benefícios fiscais, sendo a taxa igual ao do diesel mineral. O produtor de biodiesel, para receber os benefícios fiscais no preço de venda nos leilões, precisa possuir o Selo Social que assegura o atendimento dos requisitos impostos por lei.

A exemplo do etanol de cana de açúcar, podemos identificar a crescente participação do biodiesel na diversificação da matriz energética brasileira através de fontes limpas através da crescente evolução na produção de biodiesel no Brasil, a qual, ainda inferior a de etanol, teve aumento considerável a partir de 2005 com o lançamento do PNPB no Brasil.

Ademais, a exemplo da crescente oferta de bioeletricidade proveniente da biomassa de cana de açúcar, o biodiesel vem ganhando espaço relevante na matriz energética nacional devido a diversas atuações estratégicas do Estado, tais como a definição de leis que obriguem a complementariedade do óleo diesel de origem fóssil com o biodiesel quanto com a elaboração, por meio da Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) de leilões para a venda de biodiesel.

TABELA 09 - CONSUMO OBRIGATÓRIO DE BIODIESEL POR REGIÃO NO BRASIL (2014-2023).

<b>Região</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>
<b>milhões de litros</b>										
Norte	381	502	518	543	569	593	619	643	668	694
Nordeste	513	689	727	764	803	837	872	907	943	979
Sul	610	811	847	884	924	964	1.004	1.045	1.087	1.129
Sudeste	1.397	1.859	1.941	1.999	2.069	2.116	2.155	2.194	2.258	2.326
Centro-Oeste	456	608	635	664	698	730	762	795	829	860
<b>Brasil</b>	<b>3.357</b>	<b>4.468</b>	<b>4.667</b>	<b>4.854</b>	<b>5.063</b>	<b>5.239</b>	<b>5.412</b>	<b>5.584</b>	<b>5.785</b>	<b>5.987</b>

FONTE: EPE (2014, p.325).

Através dos resultados expostos na Tabela 10, podemos observar que, de acordo com a taxa de obrigatoriedade de mistura vigente, de aproximadamente 7% de biodiesel por litro de diesel comum, a tendência de aumento da demanda para consumo nos próximos 10 anos é de aproximadamente 78,34%, ou seja, em dez

anos o desafio para o suprimento básico dessa fonte energética atende a uma perspectiva de se duplicar a sua capacidade de oferta.

Ademais, o Governo Federal, por meio da Agência Nacional de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), promove leilões para aquisição de biodiesel, preferencialmente de empresas contempladas com o Selo Combustível Social (SCS), garantindo a compra e entrega de biodiesel para períodos especificados. Até dezembro de 2013, foram realizados 34 leilões, sendo os resultados dos mais recentes expostos pela Tabela 11 (MME, 2014).

TABELA 10 - LEILÕES DE COMPRA DE BODIESEL REALIZADOS PELA ANP ATÉ 2013 (27º ao 34º).

Leilões	27º	28º	29º	30º	31º	32º	33º	34º
Volume arrematado (1.000 m³)	773	496	517	515	515	525	522	486
Preço médio (R\$/m³)	2.734,33	2.603,46	2.263,56	2.031,22	1.987,85	1.896,68	1.976,40	2.090,40
Nota: Os volumes de biodiesel necessários para suprir a demanda obrigatória são adquiridos por meio de leilões, onde 80% do volume total são reservados a empresas detentoras do Selo Combustível Social (SCS) e os 20% restantes são abertos à participação de qualquer empresa produtora.								

FONTE: EPE (2014, p. 326).

Nos últimos leilões, a ANP tem introduzido novas regras para aperfeiçoar os critérios de compra e venda de biodiesel. O objetivo é dar mais competitividade e estimular a agricultura familiar e a diversificação da matéria-prima. Uma dessas regras foi estabelecer, a partir de novembro de 2012, a bimestralidade dos leilões, que antes eram trimestrais. Outra foi estabelecer o Preço Máximo de Referência (PMR) Regional, diferenciado para empresas que possuam ou não o SCS. Ambas as regras podem facilitar o planejamento dos fornecedores e têm produzido bons resultados para os objetivos propostos (MME, 2014).

Por fim, conforme destacado por Pompelli *et al.* (2011), o cultivo de matérias-primas e a produção industrial de biodiesel têm um grande potencial de crescimento pela frente no Brasil. Ao considerar o amplo potencial da agricultura familiar, o PNPB garante não só a diversificação da matriz energética brasileira, como também a inclusão social, através da ampla geração de empregos e distribuição de renda.

Logo, o Brasil apresenta condições reais para se tornar um dos maiores produtores de biodiesel do mundo; principalmente por dispor de solo e clima adequados ao cultivo de oleaginosas (LIMA-FILHO *et al.*, 2008). A partir daí,

acredita-se que o Brasil tem condições suficientes para liderar a produção mundial de biodiesel, possibilitando a substituição do 60% da produção mundial de óleo diesel (SEBRAE, 2009).

## 4.2 A SEGUNDA GERAÇÃO DE BIOENERGIA NO BRASIL

A evolução das possibilidades de transformação da cana-de-açúcar é extraordinária. Há quarenta anos fabricava-se açúcar, cachaça e álcool, então o Proálcool deu vida ao etanol, em seguida vieram a bioeletricidade e os bioplásticos a partir de matéria residual do etanol e, a partir de 2010, obteve-se o PBH, um plástico biodegradável, o etanol de segunda geração, os bio-hidrocarburentes derivados do caldo de cana, que podem substituir combustíveis como o diesel e o querosene de aviação, e o biogás. Esta figura como a diversificação do que está levando o setor às biorrefinarias do futuro (GORDINHO, 2010, p. 136).

Tal como destacado por Rosa e Garcia (2009), os biocombustíveis, no entanto, enfrentam uma limitação fundamental na sua produção uma vez que se originam, em geral, de plantas que exigem áreas de cultivo extensas. Dessa forma, as dificuldades associadas à expansão da oferta dos biocombustíveis de primeira geração explicam a atenção dedicada aos altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento para a elaboração de processos avançados de obtenção de combustíveis líquidos com base na biomassa, os quais serão expostos ao longo desse item junto às suas perspectivas e desafios.

### 4.2.1 O etanol lignocelulósico

Até o presente momento, os biocombustíveis têm sido utilizados majoritariamente como complemento aos combustíveis de origem fóssil. Essa utilização é compatível com o volume de produção que pode ser proporcionado pela agricultura convencional, caracterizada pela primeira geração dos biocombustíveis. Contudo, a crescente demanda por energia e os constantes desafios do setor

sucroalcooleiro frente às necessidades de se desenvolver um sistema mais produtivo, competitivo e com menor impacto ao meio ambiente fez com que o mesmo buscasse investir em novas tecnologias para o uso da biomassa.

A cana de açúcar brasileira, bem como outras fontes de biomassa, reúne condições excelentes para o desenvolvimento de combustíveis avançados e outros bioprodutos. Tal capacidade se dá em função do significativo volume biomássico de seus subprodutos (bagaço, palha e pontas). Antes descartados ao longo do processo produtivo do etanol de primeira geração, tais resíduos figuram agora como a principal matéria-prima do etanol lignocelulósico, a principal investida rumo ao avanço tecnológico do setor sucroalcooleiro (NUNES, 2014).

Via de regra, o etanol lignocelulósico se dá pelo pré-tratamento e fermentação dos resíduos oriundos da biomassa da cana de açúcar (WALDOW, 2013). Constituídos por 40-60% de celulose (polímero de glicose), 20-40% de hemicelulose (heteropolímero formado por pentoses, que são açúcares de cinco carbonos) e 10-25% de lignina (AGEITEC, 2015), os resíduos vegetais formam uma estrutura complexa e compacta, a qual compõem uma alta concentração energética que pode ser adquirida conforme o processo produtivo descrito a seguir:



FIGURA 02 - ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DO ETANOL 1G E 2G.  
FONTE: PEREIRA (2015, p. 75).

Juntas a celulose e a hemicelulose respondem por aproximadamente 70% da biomassa da cana de açúcar, o que a torna uma opção competitiva para

produção complementar de etanol de primeira geração (PEREIRA, 2015). Ademais, conforme apontado por Rosa e Garcia (2009), a composição dos líquidos, bem como sua participação nos produtos da gaseificação, depende da natureza da biomassa e das estruturas ligadas ao processo produtivo. Dessa forma, considerando uma plena superação dos limitadores tecnológicos envolvidos no sistema produtivo, seria possível obter, a partir de uma tonelada de biomassa seca: 57 litros de biocombustível, 80 litros de biodiesel diesel e 880 KW de bioeletricidade.

Dessa forma, compreende-se que, dada a incapacidade da agricultura convencional em cumprir a plena substituição dos combustíveis fósseis, seria essencial, portanto, a disponibilidade de combustíveis de segunda geração, ou seja, que aproveitem, por meio de tecnologias avançadas, a parcela da biomassa que não tem uso alternativo.

Pereira (2015) argumenta que os avanços tecnológicos quanto à produção dos biocombustíveis já avançaram muito ao longo dos últimos anos, mas que o investimento no amadurecimento dessa tecnologia para o setor sucroalcooleiro se faz crucial para tanto para o processo de desenvolvimento econômico quanto para o aproveitamento das externalidades econômicas geradas a partir do mesmo. Nesse cenário, podemos compreender que a atuação do Estado na promoção de incentivos à pesquisa e desenvolvimento, aprimoramento de materiais e novos maquinários e à formação e qualificação de capital humano é de suma importância para a o aprimoramento das vantagens competitivas atreladas ao potencial do setor sucroalcooleiro no Brasil.

Rosa e Garcia (2009) apontam que dentre as tecnologias que abrangem os combustíveis de segunda geração, as mais desenvolvidas são, conforme apontado no processo produtivo visto anteriormente, as relativas ao etanol obtido por hidrólise e à gaseificação, ambas partindo de materiais lignocelulósicos. Ademais, faz-se necessário destacar que ambas as tecnologias ainda não atingiram a escala industrial, o que depende da superação de diversos desafios tecnológicos para incrementar competitividade ao etanol lignocelulósico.

Considerando-se as características do bagaço da palha da cana-de-açúcar, sobretudo sua abundância e disponibilidade, é possível inferir que, uma vez consolidada a tecnologia de hidrólise, o Brasil consiga aumentar ainda mais a produtividade agroindustrial da cadeia sucroalcooleira e, com isso, incrementar a sua competitividade (ROSA E GARCIA, 2009, p. 152).

No entanto, apesar da expectativa de um maior aparecimento de casos de pesquisas relacionados à hidrólise enzimática no Brasil, Souza (2013, apud. PEREIRA, 2015, p. 83) conclui que o país “não está gerando esforços suficientes nas pesquisas relacionadas a estes temas”, fato que pode ser analisado e contestado pelas redes de colaboração científica de pesquisa em etanol lignocelulósico entre os principais países pesquisadores ao redor do mundo.

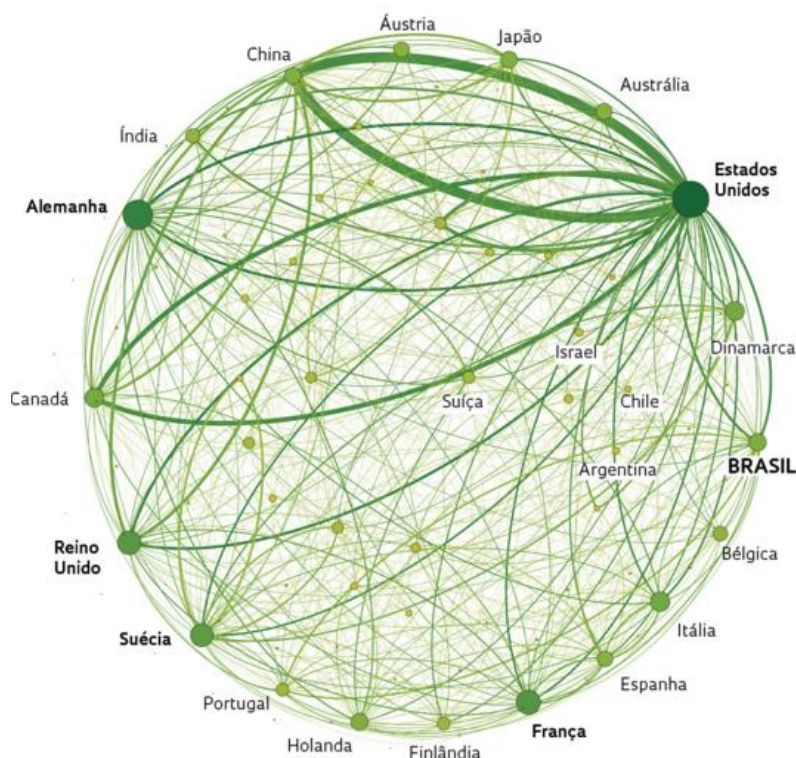


FIGURA 03 - REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE PAÍSES PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL 2G.  
FONTE: MARQUES (2015, s.n.)

Os resultados apresentados mostram que o Brasil figurou como um dos países mais produtivos em termos de artigos científicos relacionados ao amadurecimento do etanol de segunda geração ao longo dos últimos 30 anos. Entretanto, apesar de o Brasil figurar como o terceiro maior produtor de *papers* ligados a essa área de estudo, com 4,9% do total, ficando atrás apenas de China (9,8%) e Estados Unidos (23%), sua força na rede de colaborações científicas ainda tem muito a se desenvolver.

Em termos de colaboração, os norte-americanos dominam. Em seguida vem os países europeus (Alemanha, França, Reino Unido e Suécia) e na sequência aparecem China, Japão, Índia e Brasil. Dessa forma, compreende-se que, conforme



destacado por Marques (2015), embora o Brasil publique mais que os países europeus, sua rede de conexões ainda é inferior aos mesmos. Contudo, o Brasil se destaca quando a análise é focalizada nas focaliza instituições. A Universidade de São Paulo (USP) é a terceira instituição mais forte em colaboração, atrás do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e da Universidade da Califórnia (UC) (MARQUES, 2015).

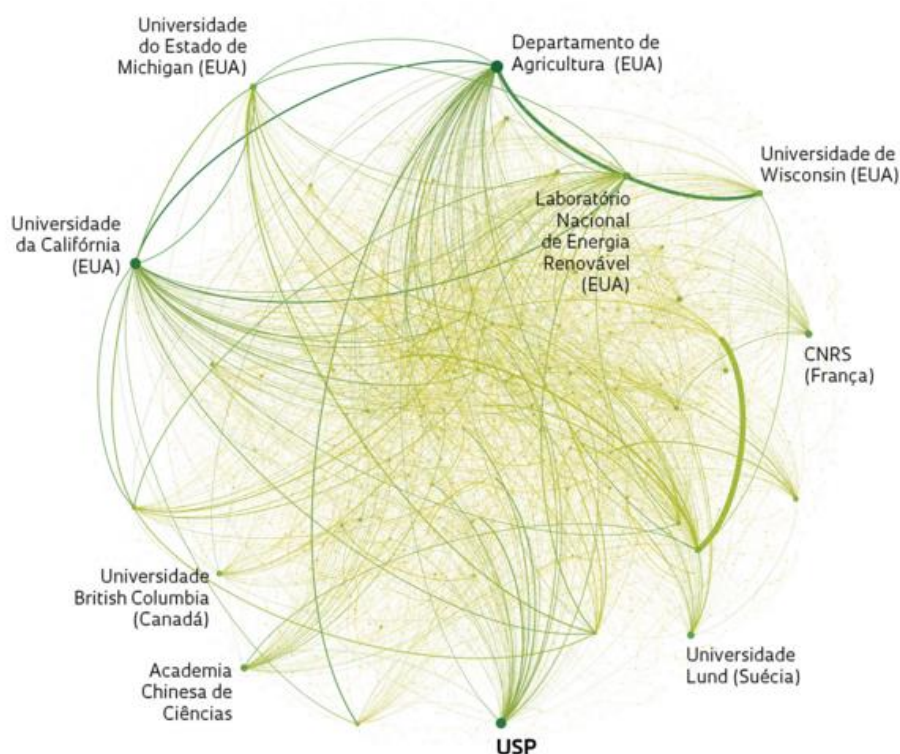


FIGURA 04 - REDES DE COLABORAÇÃO CIENTÍFICA ENTRE INSTITUIÇÕES DE ENSINO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL 2G.  
FONTE: MARQUES (2015, s.n.)

O esforço do Estado brasileiro na pesquisa em etanol de segunda geração se distribui entre algumas iniciativas advindas de políticas públicas. Uma delas, baseada predominantemente na pesquisa feita em universidades, está vinculada ao Programa FAPESP de Pesquisa em Bioenergia (Bioen), e destaca, além da USP, a forte presença da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Ademais, outras iniciativas podem ser observadas no desenvolvimento de pesquisas científicas para o etanol de segunda geração, tais como o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (Inct) do Bioetanol, Centro de Processos Biológicos e Industriais para Biocombustíveis (CeProBIO), o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE) (MARQUES, 2015).



Por fim, com o objetivo de que os avanços tecnológicos citados possam ser devidamente incorporados às usinas previstas na planta brasileira e também às usinas que já estão em operação, faz-se necessário o amadurecimento do papel do Estado frente aos incentivos destacados e à garantia de um futuro promissor para as biorrefinarias, investindo desde os laboratórios encubados nas universidades, passando por modernas biorrefinarias<sup>39</sup> e chegando até o escoamento logístico dos biocombustíveis produzidos a partir da biomassa brasileira. Ademais, o horizonte do PDE 2023 estima que o início da sua produção esteja prevista apenas para o último ano do decênio.

#### 4.3 DESAFIOS E PERSPECTIVAS SOCIOAMBIENTAIS DA BIOENERGIA NO BRASIL

Se por um lado os biocombustíveis são uma alternativa energética que contribui com a preservação do meio ambiente e que serve como uma importante chave ao desenvolvimento econômico pautado nas políticas energéticas nacionais, por outro lado, quando comparados às externalidades da queima de combustíveis fósseis, alguns tipos de biocombustíveis podem causar impactos sociais e ambientais significativos.

Tais impactos têm atraído à atenção de diversas esferas da sociedade, gerando importantes discussões acerca da controvérsia por trás dos biocombustíveis. Assim, discute-se alguns desses potenciais impactos socioambientais provenientes do aumento dos investimentos em biocombustíveis derivados da cana de açúcar no Brasil. Para isso, o enfoque adotado trata das três principais esferas de impacto social: Insegurança alimentar, trabalho e distribuição de renda e, por fim, impactos ambientais.

---

<sup>39</sup> O completo aproveitamento energético da biomassa advinda da cana-de-açúcar para além do etanol obtido de forma convencional está ligado ao atual conceito de biorrefinaria, a qual se caracteriza por uma unidade produtiva que possibilita a conversão de material vegetal em produtos químicos ou biocombustível. Ademais, visto que uma biorrefinaria pode integrar, em um mesmo espaço físico, processos de obtenção de biocombustíveis, produtos químicos, energia elétrica e calor, é de se esperar que o desenvolvimento de um projeto industrial de tamanha complexidade demande um complexo plano de viabilidade econômica, financeira e ambiental. Nesse contexto, Vaz Júnior (2011, p. 17) discorre que as biorrefinarias fazem parte da agenda de pesquisa, desenvolvimento e inovação da maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, como o Brasil, mobilizando esforços públicos e privados e grandes quantias de recursos voltados para o aproveitamento otimizado das matérias-primas, para agregar valor às cadeias produtivas da biomassa e reduzir os possíveis impactos ambientais oriundos do desenvolvimento das mesmas.

#### 4.3.1 A fronteira energética e a produção de alimentos

Um dos temas mais polêmicos dos debates sobre o futuro dos biocombustíveis no mundo envolve a disputa de território entre os biocombustíveis e os alimentos. Ao contrário do que se possa imaginar, a disputa não necessariamente se dá entre os proprietários das terras, mas sim entre as prioridades de cada cultivo. Ou seja, o crescente avanço no cultivo de biomassa vegetal para a geração de energia encontra pela frente a fronteira do cultivo de alimentos, fator esse que se caracteriza como uma ameaça à já alarmante crise de alimentação mundial.

Von der Weid (2009) destaca que tal ameaça não impacta apenas a disponibilidade dos alimentos como também afeta, pelo mesmo motivo, o preço dos mesmos no mercado internacional, fator que tem elevado à preocupação da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO).

Mitchell (2008) destaca que o aumento no índice de preços dos alimentos, o qual registrou avanço de 140% entre janeiro de 2002 e fevereiro de 2008 foi causado por uma confluência de fatores, porém a mais relevante foi o grande aumento da produção de biocombustíveis nos EUA e na Comunidade Europeia. Ademais, de acordo com relatório publicado pelo Banco Mundial (2008), para se produzir 100 litros de etanol é necessária à utilização de 240 quilos de milho. No entanto, essa mesma quantidade de milho seria suficiente para alimentar uma pessoa por um ano inteiro.

Outro argumento que relaciona o aumento da alta no preço dos alimentos frente ao avanço dos biocombustíveis é quanto à dupla vinculação do preço dos grãos aos combustíveis fósseis. Von der Weid (2009) afirma que uma vez que muita energia e materiais provenientes de combustíveis fósseis ainda são usados na produção de alimentos, os preços dos combustíveis fósseis incidem diretamente sobre os custos de produção. Ou seja, além da disputa já instaurada nos solos, há também disputa no direcionamento dos investimentos.

Contudo, há severas divergências quanto à relação entre o aumento dos preços dos alimentos e o aumento da produção de biocombustíveis. Branco (2009, p.41) afirma que “aqueles que responsabilizam os biocombustíveis pela elevação do preço dos alimentos em escala mundial parecem convenientemente esquecer que a

ascensão das *commodities*, incluindo de alimentos, não se trata de um fenômeno novo”.

Nesse contexto, Sardenberg (2008) defende que o aumento dos preços das *commodities* ao longo dos últimos anos, tal como apresentado por Mitchell (2008), não reflete o avanço da fronteira de biomassa, mas sim o aquecimento da economia mundial, em especial pela plena expansão das economias em países em desenvolvimento como, por exemplo, a China e a Índia. Dessa forma, tal como apontado por Viera (2010, p.15), “compreende-se que a demanda por matérias-primas pode acarretar perturbações nos mercados agrícolas, bem como provocar a expansão desordenada da agricultura”.

Dessa forma, conforme apontado por Ioris (2011, p.355), “dadas às múltiplas limitações em termos de áreas agricultáveis, recursos financeiros e mão de obra, assim como a necessidade de assegurar conservação ambiental e justiça social, o aumento da disponibilidade de alimentos e biocombustíveis requer crescentes ganhos de produtividade e uma maior integração de cultivos, de áreas produtivas e de cadeias socioeconômicas”.

Por fim, pode-se concluir que a elaboração de políticas públicas que auxiliem o setor sucroalcooleiro deve abordar a compreensão de fronteiras que vão além das demandas energéticas. Dessa forma, o Estado tem papel fundamental na garantia de prover as externalidades sociais adequadas sem atingir o bem-estar já alcançado.

#### 4.3.2 O aumento no número de empregos e na distribuição de renda

Um dos principais fatores de unanimidade na ampliação dos programas de fomento aos biocombustíveis está ligado a criação de empregos o consequente aumento na distribuição de renda. Dessa forma, o aproveitamento energético e racional da bioeletricidade tem permitido o desenvolvimento econômico de regiões menos favorecidas economicamente, por meio da criação de empregos e de geração de renda, reduzindo o problema do êxodo rural e a dependência externa de energia (MOTA *et al.*, 2009).

Em relação a questão dos empregos gerados no setor, os postos de trabalho evoluíram de 381 mil vínculos em 2002 para 623 mil em 2013 respectivamente, em

consonância com a evolução da produção. Em termos de divisão do trabalho, compreende-se que as maiores partes dos empregados se concentraram no processamento da biomassa, sendo que os empregos no cultivo corresponderam, em 2012, a 26% dos postos de trabalho gerados pelo setor sucroalcooleiro, um pouco menor do que o observado no exercício anterior (2011), quando essa relação foi de 27%.

Já em 2003, esse índice era de 38%, sinalizando o impacto do processo de mecanização que vem ocorrendo por conta das legislações e acordos firmados no setor<sup>40</sup> (MME, 2014), fator este que alimenta o argumento dos críticos que colocam em cheque os benefícios sociais advindos do avanço dos bicomcombustíveis.

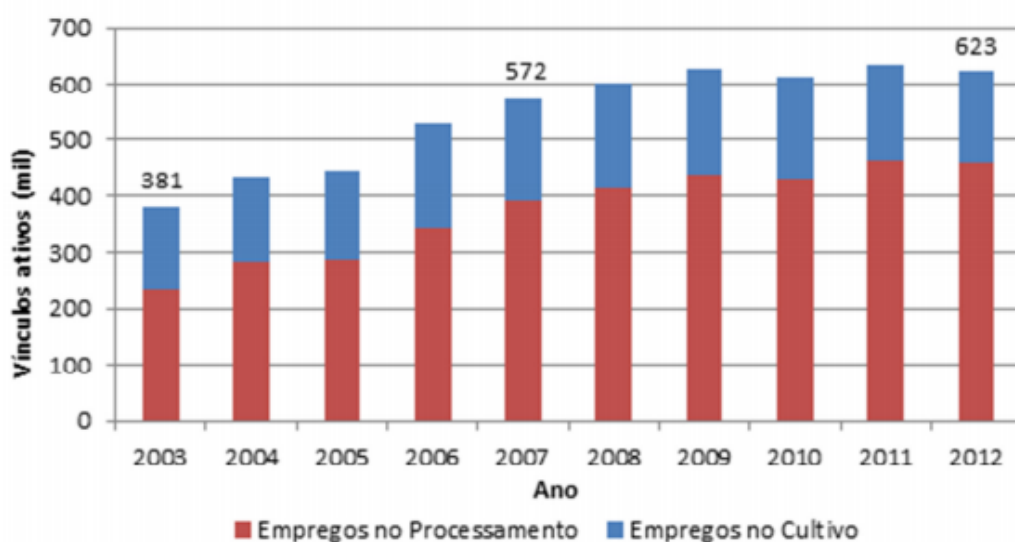


GRÁFICO 14 - GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO NO BRASIL (2003-2012).

FONTE: EPE (2015, p. 387).

Em vista disso, no que diz respeito aos riscos advindos da mecanização das colheitas, o PDEE 2013 estima que o aumento dos índices de mecanização da

<sup>40</sup> Diante da pressão social em relação aos efeitos nocivos da queima da cana, da questão política e da necessidade de maior produção de etanol, o investimento na mecanização no setor sucroalcooleiro tem evidenciado um dos maiores processos de expansão produtiva do mesmo. Ademais, conforme destacado por Jank e Nappo (2009), o processo de mecanização, além de aumentar a produtividade do setor, sucroalcooleiro, elimina a utilização de mão de obra em níveis extremos. É importante destacar que esse processo, tal como a garantia de uma colheita menos nociva ao meio ambiente, garantem a emissão do Selo de Combustível Social (SCS), componente de identificação criado a partir do Decreto Nº 5.297, de 6 de dezembro de 2004, concedido pelo Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) ao produtor de biodiesel e etanol que cumpre os critérios descritos na Portaria nº 337, de 18 de setembro de 2015. O Selo confere ao seu possuidor o caráter de promotor de inclusão social dos agricultores familiares enquadrados no Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF).

colheita deva atingir sua totalidade até 2023, acompanhando o aumento de estímulos ao investimento no setor sucroalcooleiro.

TABELA 11 - ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR SUCROALCOOLEIRO DA CENTRO-SUL (2014-2023).

Ano	Produção (10 <sup>6</sup> t)	Colheita mecanizada (10 <sup>6</sup> t)	Colheita manual (10 <sup>6</sup> t)	Estimativa de empregados na colheita (mil)	Variação anual de empregos na colheita	Empregos no processamento (mil)	Total de empregos (mil)	Variação anual do total de empregos
2014	589	507	83	86	-11%	385	471	-2%
2015	623	556	67	74	-14%	407	481	2%
2016	656	603	54	63	-15%	429	492	2%
2017	679	646	34	46	-27%	444	490	0%
2018	705	676	29	43	-6%	461	504	3%
2019	727	703	25	40	-8%	475	515	2%
2020	752	731	21	38	-6%	492	529	3%
2021	779	761	18	35	-7%	509	544	3%
2022	798	783	15	33	-5%	521	555	2%
2023	816	800	16	34	2%	533	567	2%

FONTE: EPE (2015, p. 388).

Quanto aos riscos advindos da mecanização das colheitas, o PDEE 2023 estima que o aumento dos índices de mecanização da colheita deva atingir sua totalidade até 2013.

Dessa forma, o número de vagas no setor sucroalcooleiro deve inicialmente reduzir, porém, com o consequente incremento da produção, o número de vagas no setor deve se recuperar novamente ao longo da mesma década, concentrando-se principalmente na Região Centro-Sul, a qual já mantém o maior número de postos de trabalho na produção de biocombustíveis atualmente.

No que diz respeito ao setor de biodiesel, as perspectivas também atendem a uma tendência positiva na geração de empregos do setor. Segundo dados da EPE (2015), foram gerados, apenas em 2013, cerca de 34 mil empregos diretos ou indiretos.

Ademais, considerando toda a capacidade instalada atualmente, o setor poderia gerar até 90 mil empregos, fato esse que ainda não se conclui devido à alta taxa de capacidade ociosa do setor.

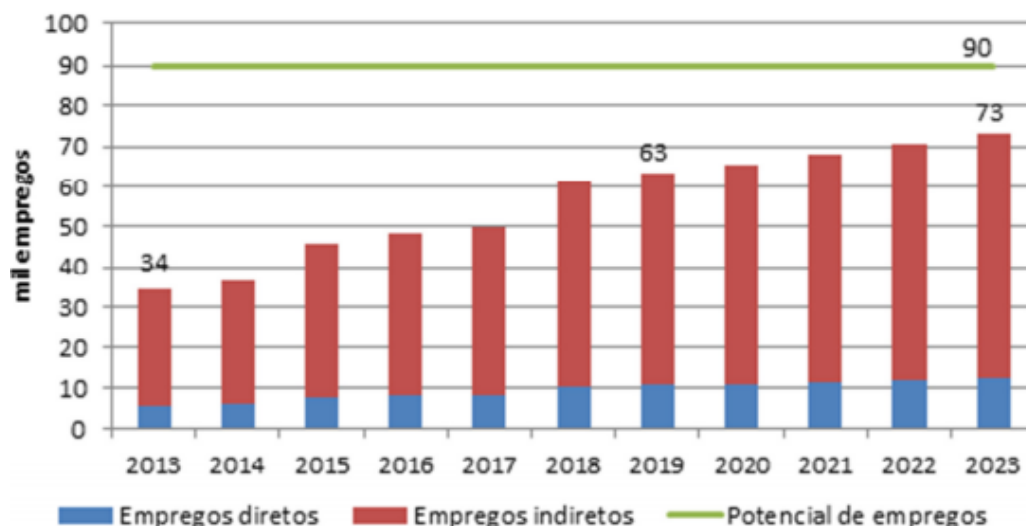


GRÁFICO 15 - PERSPECTIVAS DE GERAÇÃO DE EMPREGOS NO SETOR DE BIODIESEL NO BRASIL (2013-2023).

FONTE: EPE (2015, p. 392).

Por fim, pode-se concluir que o setor de geração e distribuição de biocombustíveis no Brasil tem se portado como um excelente ninho de novas oportunidades de emprego. Contudo, dada à inconsistência de projetos e a alta capacidade ociosa no setor, faz-se necessária uma atuação mais direta do Estado na elaboração atuação do Estado na elaboração de políticas públicas adequadas que contribuam para alcançar a maturidade dos empregos no setor de biocombustíveis no Brasil, garantindo que o processo de mecanização do mesmo não interfira diretamente nos empregos gerados ao longo dos últimos 45 anos, gerando então novas perspectivas para a mão de obra no setor sucroalcooleiro.

#### 4.3.3 A esperança da manutenção ambiental

Por fim, este item aborda os desafios e perspectivas ambientais que englobam o arcabouço das políticas públicas em prol da expansão dos biocombustíveis no Brasil. Fato esse que, tal como destacado por Pereira (2015, p. 174), “embora presentes na agenda oficial, ganharam maior relevância quando associadas à possibilidade de geração e ampliação de tecnologias e mercados”.

Tal como destacado por Vieira (2010), esse aumento de relevância se mostra natural uma vez que a principal motivação para a utilização de

biocombustíveis, principalmente nos países desenvolvidos, é a necessidade de adoção de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, para cumprir as metas assumidas inicialmente no Protocolo de Quioto<sup>41</sup> e posteriormente reforçadas pela agenda das conferências internacionais sobre o meio ambiente, tais como Rio+10, COP15 e mais recentemente a Rio+20.

Inicialmente podemos considerar o aspecto positivo de maior destaque frente aos desafios instaurados pelas mudanças climáticas: As baixas emissões de GEE. Destacado por Mota *et al.* (2009) e reforçado por Jank e Nappo (2009), a expressiva capacidade que os biocombustíveis tem na redução da emissão de poluentes e de diversos gases causadores do efeito estufa apresentam uma redução de aproximadamente 90% frente às emissões causadas pelo uso de combustíveis fósseis.

Ademais, outro ponto levantado pelos defensores dos biocombustíveis está relacionado às boas práticas agrícolas do cultivo de cana de açúcar no Brasil. Jank e Nappo (2009) afirmam que o setor sucroalcooleiro do Brasil é um dos menores consumidores de agroquímicos da agricultura nacional. Da mesma forma, os pesquisadores também demonstram que a modernização crescente da colheita reduz à perda de biodiversidade causada pelas queimadas e aumenta a produtividade total das safras.

Contudo, com o passar dos anos e com o aumento da visibilidade dos biocombustíveis como uma alternativa energética de responsabilidade ambiental, muitos estudos foram elaborados a fim de mensurar os reais impactos da expansão da monocultura de cana de açúcar no Brasil para o meio ambiente. Um dos efeitos diretos quanto ao uso intensivo de qualquer monocultura está relacionado à perda da biodiversidade (necessidade de diversificação quanto ao habitat dos seres vivos) (MOTA *et al.*, 2009). Nesse aspecto argumenta-se que, segundo a ótica ambiental, a expansão desenfreada da monocultura do etanol no Brasil, por exemplo, virá a

---

<sup>41</sup> O Protocolo de Quioto constitui um tratado complementar à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Criado em 1997, definiu metas de redução de emissões para os países desenvolvidos, responsáveis históricos pela mudança atual do clima. Os países desenvolvidos, ou Partes do Anexo I, se comprometeram a reduzir suas emissões totais de gases de efeito estufa a, no mínimo, 5% abaixo dos níveis de 1990, no período compreendido entre 2008 e 2012 - também chamado de primeiro período de compromisso. Cada Parte do Anexo I negociou a sua meta de redução ou limitação de emissões sob o Protocolo, em função da sua visão sobre a capacidade de atingi-la no período considerado. Para os Países não listados no Anexo I, chamados de Países do Não-Anexo I, incluindo o Brasil, foram estabelecidas medidas para que o crescimento necessário de suas emissões fosse limitado pela introdução de medidas apropriadas, contando, para isso, com recursos financeiros e acesso à tecnologia dos países industrializados. Essa primeira etapa do Protocolo ocorreu entre 2008 e 2012, ano em que os países decidiram estendê-lo até 2020. (MMA, 2015)

causar um efeito devastador devido à produção gigantesca de milhões de hectares de cana-de-açúcar, o que poderá ocorrer devido à perda da fertilidade do solo de onde a cultura foi plantada, além do aumento de CO<sub>2</sub> na natureza.

Visto isso, uma das maiores críticas da comunidade internacional quanto à expansão da produção de etanol está no risco com que a expansão da cultura canavieira exerce sob as matas nativas no Brasil, em especial sobre a floresta amazônica<sup>42</sup>. Dessa forma, a exemplo do que fora destacado por Mota *et al* (2009), a expansão da produção de biocombustíveis no Brasil pode aumentar as emissões de dióxido de carbono do país, ao invés de reduzi-las.

Jank e Nappo (2009) por sua vez argumentam que creditar o desmatamento da floresta amazônica à cultura dos biocombustíveis é uma injustiça. Segundo os autores, mais de 85% da cana de açúcar brasileira cresce na Região Centro-Sul do país, a mais de 2 mil quilômetros de distância da floresta amazônica (FIGURA 05). Ademais, Jank e Nappo (2009) argumentam também que as condições climáticas inadequadas ao cultivo e a ausência de qualquer estrutura logística para escoamento da produção dos biocombustíveis inviabilizariam a produção do etanol na região amazônica.

Tal argumento é contestado por Von der Weid (2009), o qual destaca que o atual risco de sobrevivência da biodiversidade da floresta amazônica no Brasil não está ligado diretamente ao cultivo da cana de açúcar, mas sim ao avanço da fronteira pecuária, empurrada da região Centro-Sul pela expansão do setor sucroalcooleiro na região. Contudo, tal como destacado por Kohlhepp (2010), não é correto nem lógico, sob o ponto de vista econômico<sup>43</sup>, creditar a crescente expansão pecuária e a ameaça às florestas tropicais ao cultivo da cana de açúcar no Brasil.

---

<sup>42</sup> As ameaças ambientais geradas pela expansão das culturas de cana-de-açúcar no Brasil tornaram a entrada de etanol no mercado europeu um desafio a se superar. Entretanto, Kohlhepp (2010) destacou que a discussão sobre o assunto é conduzida de forma não objetiva com base em informações errôneas, imputações e atividades de imprensa de grupos lobistas.

<sup>43</sup> A ameaça indireta à floresta tropical pelo plantio da cana-de-açúcar também não tem fundamento. A afirmação de que a expansão do plantio da cana-de-açúcar nos campos cerrados desloca a pecuária local para o Norte e com isso para as florestas tropicais não é correta nem lógica sob ponto de vista econômico. Infelizmente, desde os anos 1970, há pecuária em pastos nas derrubadas na Amazônia (Kohlhepp, 1981, 1987), em razão da política de subvenções. Nos campos cerrados, cuja vegetação natural já está reduzida a 20% em razão da agricultura, o número de gado por área poderá ser aumentado facilmente com o melhoramento dos pastos: em vez de criar uma cabeça de gado em 2 ha, seria possível criar uma cabeça por 0,7 ha. Isso mostra que, com uso reduzido de área, a pecuária pode ser conduzida muito mais eficientemente do que nas pastagens na floresta tropical - que também é climaticamente desfavorável. Além disso, ainda há abrangentes áreas nos campos cerrados (área total: 180 milhões de ha = 21,7% do território brasileiro) apresentando qualidades diversas de solos (KOHLHEPP, 2010, p.233).



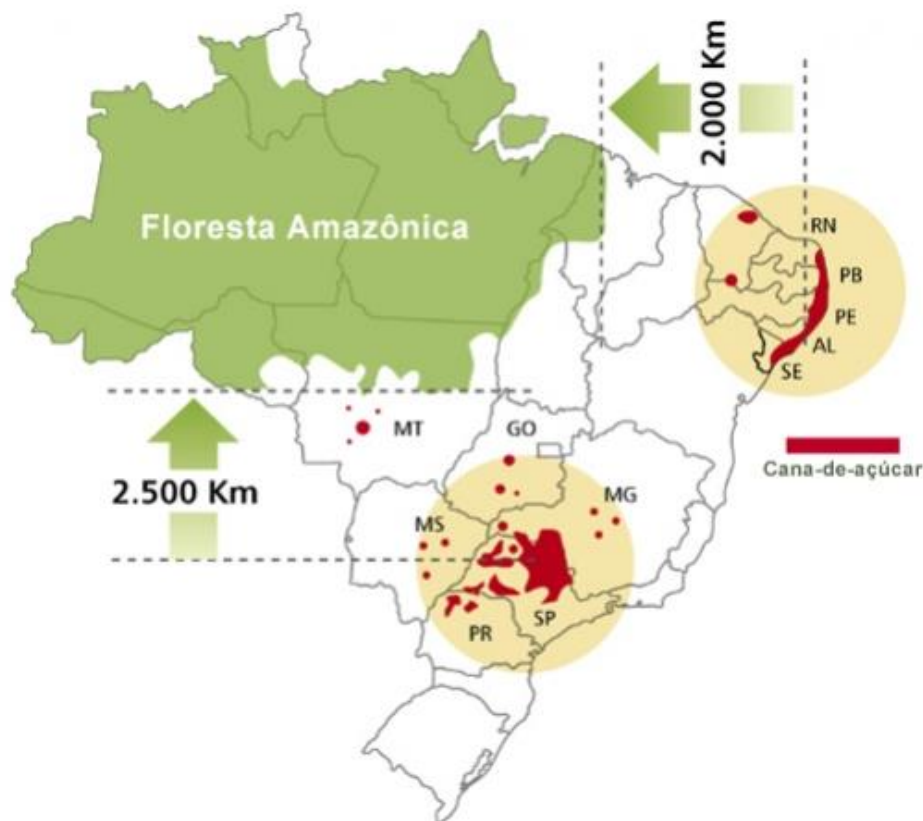


FIGURA 05 - MAPA DO CULTIVO DE CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL.  
FONTE: UNICA (2015).

O Brasil, por ser considerado um país em desenvolvimento econômico, não está obrigado a atender a metas quantitativas de redução de emissões de GEE no âmbito do Protocolo de Quioto, porém, apesar de não estar vinculado ao compromisso de redução, tem empreendido esforços para mitigar suas emissões como forma de contribuir para o objetivo global. Em vista disso, Mota *et al.* (2009) afirma que o Brasil tem buscado a substituição dos combustíveis fósseis visando não apenas sua segurança energética, mas também a sua projeção no cenário internacional, diante da visibilidade e da importância crescente do tema ambiental.

Neste sentido, em dezembro de 2009, na 15ª Conferência das Partes (COP-15) da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), realizada em Copenhague, o Brasil anunciou a meta voluntária de reduzir, até 2020, entre 36,1% e 38,9%, suas emissões totais de GEE projetadas para aquele ano. Essa meta foi formalizada pela Lei nº 12.187/09 e instituída pelo Decreto nº 7.390/10, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Desde então, os Planos

Decenais de Energia (PDE) têm entre seus objetivos atingir uma meta previamente fixada de emissões de GEE na produção e no uso da energia (MME, 2014).

TABELA 12 - META PARA EMISSÕES DE GEE NO SETOR DE ENERGIA BRASILEIRO EM 2020

		Emissões de GEE	Abatimento <sup>(2)</sup>
Cenário de referência <sup>(1)</sup>		868	
Meta de emissões	Limite inferior	<b>634</b>	234
	Limite superior <sup>(3)</sup>	<b>680</b>	188

Notas: (1) Conforme Decreto nº 7.390/10  
(2) Abatimento em relação ao cenário de referência, conforme anexo ao Decreto nº 7.390/10  
(3) Considerando margem de 20%, de acordo com o Comunicado Nacional do Brasil na COP-15

FONTE: EPE (2015, p. 358).

Ademais, a fim de obter uma perspectiva mais ampla sob as emissões de GEE provenientes do consumo de energia no Brasil, podemos realizar uma análise da participação setorial no total de emissões. Dessa forma, será possível avaliar as tendências de evolução das emissões de cada setor e identificar onde o papel do Estado se faz mais importante no desenvolvimento de estratégias à formulação de políticas que busquem atender aos objetivos ambientais da política energética nacional.

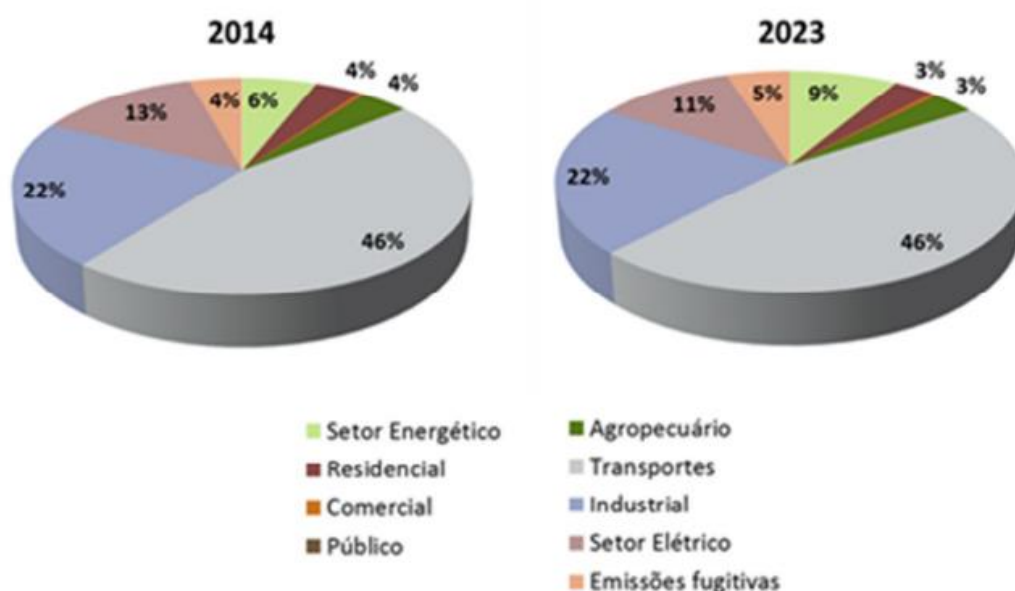


GRÁFICO 16 - PERSPECTIVAS DE EMISSÃO DE GEE POR SETOR CONSUMIDOR NO BRASIL (2014-2023).  
FONTE: EPE (2015, p.360)

Os resultados (GRÁFICO 16) mostram que os principais responsáveis pelas emissões de GEE na produção e consumo de energia são os setores de transportes

e industrial, que respondem por 46% e 22% do total de emissões, respectivamente. Ao longo do horizonte, tais participações mantêm-se e estima-se que estes setores somados continuem respondendo por 68% das emissões em 2023. Contudo, a expectativa do PDEE 2023 é que a participação dos setores não varie significativamente ao longo do horizonte (MME, 2014).

Em suma, pode-se concluir que os desafios da sustentabilidade ambiental dos biocombustíveis ainda enfrentam uma crítica controversa quanto às externalidades geradas pela expansão dessa cultura agrícola. Dessa forma, o papel do Estado, incluindo ministérios, agências gestão da regulação e instituto de pesquisa, é de suma importância para o avanço em pesquisas que garantam a manutenção dos já comprovados benefícios ambientais dos biocombustíveis sem a degradação dos solos ou à ameaça da biodiversidade local.

#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS ACERCA DA BIOMASSA NO BRASIL

Por fim, podemos compreender que a biomassa figura como um elemento estratégico no desenvolvimento econômico brasileiro. Seja pelo que representou desde o nascimento da bioenergia de primeira geração, fomentando um novo setor industrial e dando segurança contra as crises de geração e abastecimento de derivados de petróleo, até as atuais perspectivas de aumento de eficiência energética e redução de danos ambientais, a biomassa pode representar uma das principais chaves ao desenvolvimento econômico dos próximos anos no âmbito da política energética nacional.

Dessa forma, destaca-se a importância da atuação do Estado na garantia de prover políticas públicas que possam fomentar novas perspectivas econômicas e socioambientais baseadas no desenvolvimento de setores que tenham como base de fomento os recursos naturais. Ademais, destaca-se também que os sistemas de inovação, tais como os mecanismos de competitividade científica e tarifária<sup>44</sup>, portam-se como referência para a definição do futuro do etanol celulósico no Brasil.

---

<sup>44</sup> Segundo reportagem da Valor Econômico, a multinacional americana de produtos químicos DuPont., avalia que o biocombustível avançado produzido a partir de resíduos agrícolas – o "Santo Graal" da energia alternativa – não será competitivo enquanto os preços do petróleo não voltarem ao patamar de US\$ 70 a US\$ 80 o barril.

Nesse aspecto, compreende-se a importância dos agentes públicos na configuração de um ambiente propício ao desenvolvimento das diretrizes energéticas no Brasil. Ademais, tal como destacado por Pereira (2015), é a partir do CNPE que são definidas diretrizes que podem afetar o segmento sucroalcooleiro, como exemplo, o aumento ou redução do percentual de etanol na gasolina, os padrões dos biocombustíveis, etc.

Contudo, Pereira (2015) destaca que a atuação do Estado na promoção da biomassa de segunda geração na produção do etanol celulósico ainda está aquém do necessário, sendo que a mesma está focada especialmente na produção de energia elétrica. Dessa forma, conclui-se que o uso da biomassa para produção de etanol de segunda geração não tem aparecido nas preocupações do MME, ou mesmo em projeções sobre o uso desse tipo de combustível no futuro, pois o tema não aparece na agenda do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDEE) 2023.

## 5. CONCLUSÕES

Como visto ao longo desse trabalho, os atuais desafios da sociedade quanto ao amadurecimento da matriz energética mundial vão além da sua demanda por progresso econômico e de esforços para reduzir e compreender os impactos ambientais negativos gerados pela dependência de energias não renováveis e mais poluentes.

Dessa forma, compreende-se que esta monografia parte do princípio de que os recursos naturais e a forma como eles são explorados, processados e colocados no mercado tem relação direta com a capacidade dos países em elaborar políticas públicas voltadas à efetiva elaboração de um ambiente voltado para o seu desenvolvimento econômico sustentável.

Nesse aspecto, considerando o debate histórico sobre essa relação, a base teórica para a análise desenvolvida nesta monografia considera que os produtos baseados em recursos naturais, como é o caso dos biocombustíveis, têm amplas condições de contribuir para o progresso e desenvolvimento econômico, conforme apontado por Pereira (2015).

Ademais, visto que o principal objetivo desse trabalho foi identificar o papel do Estado na dinamização da matriz energética brasileira com base nos biocombustíveis, realizou-se inicialmente uma compreensão acerca da ideia e das ferramentas que caracterizam a atuação do Estado em prol do progresso e do desenvolvimento econômico com base no uso de seus recursos naturais, resultando na identificação do Estado como ator fundamental no sucesso de ambos.

Posteriormente, tendo como base a análise histórica e conjuntural acerca da matriz energética brasileira, pode-se verificar que, apesar dos avanços registrados ao longo dos últimos 45 anos, a matriz energética nacional ainda atua com potencial energético (baseado em recursos naturais) subutilizado. Tal fator se identifica pelo fato de que os principais programas elaborados pelos agentes coligados ao governo federal concretizaram não apenas políticas de governos ante políticas de Estado, como também o notório interesse em atender momentaneamente (curto prazo) à problemas relacionados a crises de preços e abastecimento, enfraquecendo o potencial dos programas em garantir a concretização, à longo prazo, dos objetivos descritos na política energética nacional.

Por fim, ao identificar o importante e histórico papel da biomassa de primeira geração (1G) no atendimento às crescentes demandas por energia no Brasil, destaca-se o importante papel do Estado na garantia de ambientes propícios ao investimento e ao amadurecimento estrutural e institucional dos setores produtivos ligados à geração de energia proveniente dos recursos naturais.

Visto isso, compreende-se que o Proálcool, ainda que figure como o mais relevante programa de alternativa energética aos derivados do petróleo desenvolvido no Brasil, não tivera suas bases estruturais e institucionais devidamente amadurecidas para a sustentação do setor sucroalcooleiro após a desregulamentação do setor a partir da década de 1990, caracterizando uma dura crise ao setor, caracterizada principalmente pelo afastamento da atuação do Estado.

Contudo, ainda que atualmente diversas iniciativas tenham sido empreendidas pelo governo federal brasileiro para fomentar o desenvolvimento tecnológico e a expansão do segmento a partir de novas alternativas tecnológicas voltadas tanto à produção quanto ao consumo dos biocombustíveis, ficou claro que o Brasil não possui uma política estratégica de desenvolvimento, econômico ou ambiental, voltada aos biocombustíveis provenientes da biomassa de cana-de-açúcar.

Tal afirmação se dá pela fraca atuação do Estado tanto na manutenção dos biocombustíveis de primeira geração (1G), caracterizadas pelo abandono do Estado às redes produtivas quanto a redução dos preços internacionais do petróleo, quanto no fomento e na promoção dos biocombustíveis advindos da biomassa de segunda geração (2G), os quais ainda ilustram um pequeno e exclusivo enfoque na geração de energia elétrica.

Dessa forma, compreende-se que a elaboração e a efetivação de políticas públicas e investimentos estratégicos voltados ao setor de biocombustíveis no Brasil só serão possíveis quando estes ocuparem um contexto e um propósito maior dentro da política energética nacional. Nesse aspecto, tal como se evidenciaram as pesquisas em exploração e a posterior conquista da “supremacia” na produção de petróleo no Brasil, entende-se que o mesmo poderia ser feito para os biocombustíveis advindos da biomassa advinda de cana-de-açúcar.

Ou seja, compreendendo políticas de Estado que guiem reformas estruturais, institucionais e culturais a fim de firmar o setor tanto como uma alternativa madura frente à futura escassez de petróleo quanto como uma

ferramenta de exemplo à promoção de bases energéticas e setores produtivos voltados às diretrizes dos modelos de desenvolvimento econômico sustentável (DES).

Por fim, faz-se necessário identificar que outros temas e questões diretamente relacionados ao papel das políticas públicas no fomento aos biocombustíveis, não tratados neste trabalho, formam uma nova agenda de pesquisa em torno das potencialidades do etanol. Dessa forma, dado o novo estágio de desenvolvimento e organização dos mercados e dos sistemas produtivos como um todo, torna-se importante compreender o papel dos recursos naturais na geração da energia necessária ao desenvolvimento econômico do Brasil para o futuro.

Nesse aspecto, o estudo acerca dos grupos de poder, dos conflitos de interesses e, principalmente, da movimentação industrial que ocorre advinda dos principais agentes ligados ao setor tanto de petróleo, como também ao setor de desenvolvimento e produção de grãos para o setor de biocombustíveis, revela a extrema necessidade de atuação do Estado no processo de formação de um novo e potencial mercado, a fim de que o mesmo não se forme contaminado com antigos e concentrados riscos. Dessa forma, conclui-se que existe uma série de oportunidades de estudos e aprimoramentos nessa análise, inclusive contribuindo para entender o que afeta a ação do Estado nas questões relativas à competitividade global dos biocombustíveis no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- ABÍLIO, A. A.; SANCHES, R. e SALGADO, R. **Limitações e potenciais energéticos**. Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense v. 1, p. 139-150. Rio de Janeiro, 2010.
- ABRAMOVAY, R. **Uma abordagem político-cultural dos mercados de biocombustíveis no Brasil**. Universidade de São Paulo, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Bicombustíveis: A Energia da Controvérsia**. São Paulo. Editora Senac, 2009.
- \_\_\_\_\_. **A energia em poder do cidadão**, in *Revolução Energética: A caminho do desenvolvimento limpo*. *Greenpeace Internacional*, 2011.
- ALVES, J. E.; **Curva Ambiental de Kuznets: mais desenvolvimento é a solução?**; Revista Ecodebate, 2012.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2014**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par1\\_cap1.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par1_cap1.pdf)>.
- ANDRADE, A. L.; MATTEI, L. **A (In)Sustentabilidade da Matriz Energética Brasileira**. Núcleo de Estudos de Economia Catarinense, UFSC, Florianópolis, 2013.
- ANDRADE, E.; CARVALHO, S. R e SOUZA, L. F.; **Programa do Próalcool e o Etanol no Brasil**. 127ENGEVISTA, V. 11, n. 2. p. 127-136, Rio de Janeiro, 2009
- ARAUJO, P, Q; **Estrutura produtiva e a distribuição de rendas no ciclo 2004-2008 da economia brasileira**; BNDES, Brasília, 2001.
- BAER, W.; **A economia Brasileira**. 2.edição revisada e atualizada. São Paulo, 2002.
- BARAN, P; **A Economia Política do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar, 3ª. Edição, 1972.
- BARRIONUEVO, ARTHUR. **A formação distorcida de preços administrados na experiência brasileira recente**. Revista de Economia Política, v. 35, n. 3, p. 475-491, São Paulo, 2015.
- BARROS, E.V.; **A Matriz Energética Mundial e a Competitividade das Nações: Bases de Uma Nova Geopolítica**. ENGEVISTA, v. 9, n. 1, p. 47-56, junho 2007.
- BARROS, R. **Energia para um novo mundo**. Monte Castelo Idéias. 160p. Rio de Janeiro, 2007.
- BARROS, T. A. e RAVENA, N; **Representações sociais nas audiências públicas de Belo Monte: do palco ao recorte midiático**. IV Encontro da Compólitica, na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- BELLEN, V.; **Desenvolvimento Sustentável: Uma Descrição das Principais Ferramentas de Avaliação**. Ambiente & Sociedade – Vol. VI I nº. 1, 2003.



BICALHO, R; **A matriz energética nacional**. Blog infopetro. 2011. Disponível em: < <https://infopetro.wordpress.com/2013/10/28/a-matriz-energetica-nacional/>>. Acesso em: 11 set. 2015.

BIELSCHOWSKI, R. (2000) – **Pensamento econômico brasileiro: o ciclo ideológico do desenvolvimentismo**. 4ª. edição, Rio de Janeiro: Contraponto.

BRESSER-PERREIRA, C.L.; **O Conceito Histórico de Desenvolvimento Econômico**; Fundação Getúlio Vargas, 2006.

BROW, L. **"Plan B 3.0: Mobilizing to Save Civilization"**. Earth Policy Institute, Washington D.C., 2007.

BUENO, N.P. (2003) – **A Nova Economia Institucional e a Historiografia Clássica do Período Colonial Brasileiro**. V Congresso Brasileiro de Pesquisa em História Econômica. Textos Abphe.

CASTELLANELLI, M., SOUZA, S.N.M., SILVA, S.L. e KAILER, E.K. . **Desempenho de motor ciclo diesel em bancada dinamométrica utilizando misturas diesel/biodiesel**. P. 145-153, 2008.

DALGAAR, K.; **The Dialectics of Energy Security Interdependence**. International Studies Association Convention, New York, 2009.

DEATON, A; **The Great Escape: Health, Wealth, and the Origins of Inequality**. Princeton University Press. Princeton, 2013.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis**. Nota Técnica 01-2013. Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_. **Plano decenal de expansão de energia 2023**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2014.

\_\_\_\_\_. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional 2015**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2015.

FAJNZYLBBER, F. (1990) **"Industrialização na América Latina: da 'caixa preta' ao 'conjunto vazio'"**. In BIELSCHOWSKY, R. (2000) **Cinquenta Anos de Pensamento da CEPAL**. Rio de Janeiro: Record, vol. 2., pp 851-886.

FANTINE, J. **"O petróleo e o gás: o papel do Estado"**. Organização Economia & Energia, 2008.

FERNANDES, F.; **Reflexões sobre a história da matriz energética brasileira e a sua importância para a definição das novas estratégias para o gás**. Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás – IBP. Rio Oil & Gas Expo and Conference. Rio de Janeiro, 2004.

FREITAS, G.S.; **As modificações na matriz energética brasileira e as implicações para o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental**. UFRGS, Porto Alegre, 2011.

FURTADO, J. - **Recursos Naturais e Desenvolvimento: Estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira.** Ibram, 2013.

GARCIA, J. R.; **Um “novo” modelo para a economia brasileira;** Revista Economia & Tecnologia (RET); Volume 9, Número 1, p. 79-94,; Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

GAZZONI, D.L. 2009. **Mercado de biocombustíveis: uma análise.** Biodieselbr, p. 10-25, 2009.

GOLDEMBERG, J; **Energia, meio ambiente e desenvolvimento.** Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

GOLDEMBERG, J. LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil: Estudos Avançados.** (21) 59, 2007.

GONÇALVES-DIAS, S. F.; Controvérsias em torno do consumo e da sustentabilidade: uma análise da literatura. UNAMA. Manaus, 2012.

GORDINHO, M.C.; **From Alcohol to Ethanol: a Winning Trajectory;** UNICA, Editora Terceiro Nome, São Paulo, 2010.

GUERREIRO, A; **Evolução da Matriz Energética Brasileira.** GESEL-UFRJ, Rio de Janeiro, 2011.

GUPTA, H. N. **Fundamentals of Internal Combustion.** New Delhi: Prentice-Hall, 2006.

HAUB, C; **How many people have ever lived on earth?;** Population Reference Bureau, Washington DC, 2011.

IEA, **World Energy Outlook,** International Energy Agency Press, Paris, 2012.

IORIS, A.A.; **Segurança Alimentar e Segurança Energética: Algumas questões de ecologia política.** Aberdeen, 2011.

JANK, M. e NAPPO M.; **Etanol de cana de açúcar: uma solução energética global sob ataque.** In Bicomustíveis: A Energia da Controvérsia. São Paulo. Editora Senac, 2009.

KALICKI, J; GOLDWYN, D; **Energy and Security: Toward a New Foreign Policy Strategy,** 2005

KAMOGAWA, L; **Crescimento Econômico, Uso dos Recursos Naturais e Degradação Ambiental: Uma aplicação do modelo EKC no Brasil.** São Paulo, 2003.

KEYNES, J.M.; **The General Theory of Employment.** Quarterly Journal of Economics. London, 1937.

KOHLHEPP, G. **Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil**. Estud. av. [online]. 2010, vol.24, n.68 [cited 2015-11-20], pp. 223-253 . Disponível em: : <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142010000100017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100017&lng=en&nrm=iso)>.

LAMONICA, M. T. e FEIJÓ, C. A.; **Crescimento e industrialização no Brasil: uma interpretação à luz das propostas de Kaldor**. Revista de Economia Política, vol. 31, nº 1 (121), pp. 118-138.

LAVIOLA, B. G.; ALVES, A. A. **Matérias-primas potenciais para a produção de biodiesel: situação atual e perspectivas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL - SIMBRAS, Viçosa, 2013.

LEITE, R. C. de Cerqueira; LEAL, M. Régis L. V.. **O biocombustível no Brasil**. - CEBRAP, São Paulo, n. 78, p. 15-21, 2007.

LEITE, R.C. de Cerqueira; CORTEZ, L.A.; **O etanol combustível no Brasil; Biocombustíveis no Brasil: Realidades e perspectivas**, Embrapa, São Paulo, 2007.

LIMA FILHO, D.O., PRADO-SOGABE V. e COSTA-CALARGE, T.C.. **Mercado de biodiesel: um panorama mundial**. p. 5-27, 2008.

LOMBORG, B., **O Ambientalista Cético**. São Paulo, 2001.

MARÍN, A.; NAVAS-ALEMAN, L., e PÉREZ, C. **The possible dynamics role of natural resource-based networks in Latin American development strategies**. Prepared for the CEPAL-SEGIB Project. 2009.

MARÍN, A. e SMITH, A. **Towards a framework for analysing the transformation of natural resourcebased industries in Latin America: the roles of alternatives**. Project Opening up natural resource-based industries for innovation: exploring new pathways for development in Latin America. IDRC Canada, 2010.

MARQUES, F. **Corrida de obstáculos**; Revista de Pesquisa da FAPESP, ed. 32, São Paulo, 2015.

MARX, K. **O capital**. In: Os economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1988 [1817].

MME, **Plano decenal de expansão de energia 2023**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília: MME/EPE, 2014.

\_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional (BEN-2014)**. Brasília, 2014

MITCHELL, D.; **A Note on Rising Food Prices**. Abril, 2008

MOTA, J., ALMEIDA, M., ALENCAR, V. e CURI, W.; **Impactos e benefícios ambientais, econômicos e sociais dos biocombustíveis: uma visão global**. Revista de Engenharia Ambiental, 2009.

MOURA, A. P. **Características do mercado de etanol no Brasil e nos EUA: uma análise do desempenho econômico a partir do ambiente institucional**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

NUNES, Rachel *et al.* **Resíduos agroindustriais: potencial de produção do etanol de segunda geração no Brasil**. Revista Liberato, v. 14, n. 22, p. 135-150, 2014.

NASS, L.L., PEREIRA, P.A.A. e ELLIS, D; **Biofuels in Brazil: an overview**. Crop Sci. 47, p. 2228-2237, 2007.

NEGRELLO, L. e ZENTI, L.; **Revolução Verde**. Biodieselbr 1, p. 12-17, 2007.

NETO, D. **Dilemas e questões do biodiesel na matriz energética**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA. Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: Coppe, v. 1, p. 401 - 415. 2006.

PAZ, P, RODRIGUES, O; **Modelos de crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Fórum, 1972.

PEREIRA, W. **A participação do Estado no foemtno ao etanol como uma oportunidade estratégica de desenvolvimento econômico: As políticas federais de estímulo ao etanol no Brasil e nos EUA**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

PÉREZ, C. **Technological dynamism and social inclusion in Latin America: a resource-based production development strategy**. Revista da CEPAL. Vol. 100. Santiago: CEPAL, 2010.

PETROBRAS. **Refino: Saiba o que é e como funciona**. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/>>. Acesso em 02/11/2014

POMPELLI, F. M; OROZCO A. J.J., OLIVEIRA, M.; RODRIGUES, B., BARBOSA, M, SANTOS, M.G., OLIVEIRA ALMEIDA-CORTEZ, J. S., **Crise energética mundial e o papel do Brasil na problemática de biocombustíveis**. Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, Recife, 2011.

QUADROS, S. e BRAZ, A.; **A Necessária Correção dos Preços Administrados**; Boletim Macro IBRE; Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2014.

ROMEIRO, A.R. **Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 65-92, jan. 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/eav/article/view/10625>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

ROMER, P; **Endogenous Technological Change**; Journal of Political Economy, University of Chicago. Chicago, 1990.

ROSA, S. e GARCIA J. L.; **O etanol de segunda geração: limites e oportunidades**, Revista do BNDE nº 32, Brasília, 2009

ROSENBERG, N.; **The economics of technological change: selected readings**. Baltimore: Penguin, 1971.

\_\_\_\_\_. **Perspectives on Technology.** p. 189-213, Cambridge University Press, 1976.

SACHS, I.; **Bionergias: uma janela de oportunidades.** In Bicombustíveis: A Energia da Controvérsia. São Paulo. Editora Senac, 2009.

SANTI, T.; **O futuro das biorrefinarias em foco.** 8º colóquio internacional do licor preto. Revista O Papel, UFMG, 2013.

SANTOS, E. M. **“Energia, gás natural & sustentabilidade”.** Tese de livre docência, São Paulo, 2004.

SARDENBERG, C. A.;. **Alimentos e o fim do mundo.** O Estado de S. Paulo, São Paulo, 2008.

SCHUMPETER, J. A. **The Theory of Economic Development.** Cambridge, MA: Harvard University Press, 1934.

\_\_\_\_\_. **Capitalism, Socialism and Democracy;** Cambridge, MA: Harvard University Press, 1942.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas.. **Biodiesel no Brasil.** Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>>; Acesso: Junho, 2015.

SHIKIDA, P. F. A. e PEROSA, B. B.. **Álcool combustível no Brasil e path dependence.** Rev. Econ. Sociol. Rural [online]. 2012, vol.50, n.2, pp. 243-262. ISSN 0103-2003.

SHISHITO, F. A.. **Modernização e/ou desenvolvimento: os caminhos para a modernidade nas teorias de Raymundo Faoro e Celso Furtado.** In: XVIII Encontro Anual de Iniciação Científica, 2009, Londrina. ANAIS DO XVIII EAIC. Londrina, 2009

SINGER, H. W; **The distribution of gains from trade and investment-revisited.** The Journal of Development Studies. Volume 11, Issue 4, 1975.

SMITH, A. **The Wealth of Nations.** Modern. Cannan Library Edition with the foreward by Max Lerner. Londres, 1776

SOLOW, R. M.”**A Contribution to the Theory of Economic Growth**”, Quarterly Journal of Economics, 70, p.65—94, 1956.

QUADROS, S. BRAZ, A.; **A Necessária Correção dos Preços Administrados,** Boletim Macro IBRE. Fundação Getúlio Vargas, 2004.

TOLMASQUI, M; GUERREIRO, A; GORIN, R; **Matriz Energética Brasileira: Uma Prospectiva.** CEBRAP, 25 de junho de 2007.

TORRES, R; **A Inovação na teoria econômica: uma revisão.** Instituto de Economia da UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

TRIGUEIRO, M.G.; **A comunidade científica, o Estado e as universidades, no atual estágio de desenvolvimento científico tecnológico.** SOCIOLOGIAS, p. 30-50, Porto Alegre, 2001.

UNICA – União da Indústria de Cana de Açúcar; **Do álcool ao etanol: trajetória única,** Editora Terceiro Nome, São Paulo, 2010.

VALDES, C. **Brazil's Ethanol Industry: Looking Forward.** Report from the Economic Research Service. Bio-02.USDA, Washington, 2011.

VAZ JR. S.; **Biorrefinarias: Cenários e Perspectivas.** Editora Embrapa Agroenergia, 1ª Edição, 2011, p. 45-81.

VIANNA, S. **Desenvolvimento econômico e reformas institucionais no Brasil: Considerações sobre a construção interrompida.** Rio de Janeiro, 24 de agosto de 2007.

VIERIA, J.N.; **Os biocombustíveis e a necessidade de repensar a política agrícola.** Revista de Política Agrícola. Brasília, 2010.

VON DER WEID, M. **Agro combustíveis: solução ou problema?** ; In Bicomustíveis: A Energia da Controvérsia. São Paulo. Editora Senac, 2009.

WALDOW, V.; **Os desafios do etanol lignocelulósico no Brasil: O bagaço da cana-de-açúcar como uma nova fonte de etanol.** 1ª SEBERJ, Rio de Janeiro, 2013.

WORLD BANK. **World Development Report 2008.** Washington, Estados Unidos, 2008.

WORLDWATCH INSTITUTE (Ed.) **Biofuels for transportation. Global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century.** Washington: s. n., 2006.